



TUGAS AKHIR - SS141501

**PEMETAAN DAN PEMODELAN JUMLAH KASUS
PENYAKIT *TUBERCULOSIS* (TBC) DI PROVINSI JAWA
BARAT DENGAN PENDEKATAN *GEOGRAPHICALLY
WEIGHTED NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION*
(GWNBR)**

WAHENDRA PRATAMA
NRP 1311 100 051

Dosen Pembimbing
Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si

JURUSAN STATISTIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - SS141501

**MAPPING AND MODELLING OF THE NUMBER
TUBERCULOSIS (TBC) CASES IN THE PROVINCE OF
WEST JAVA WITH THE APPROACH GEOGRAPHICALLY
WEIGHTED NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION (GWNBR)**

**WAHENDRA PRATAMA
NRP 1311 100 051**

**Supervisor
Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si**

**DEPARTMENT OF STATISTICS
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMETAAN DAN PEMODELAN JUMLAH KASUS PENYAKIT *TUBERCULOSIS* (TBC) DI PROVINSI JAWA BARAT DENGAN PENDEKATAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION* (GWNBR)

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains pada
Program Studi S-1 Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

WAHENDRA PRATAMA

NRP 1311 100 051

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si

NIP : 19620603 198701 2 001

(*[Signature]*)

Mengetahui
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS

[Signature]
Dr. Muhammad Mashuri, MT

NIP. 19620408 198701 1 001

SURABAYA, JANUARI 2015

**PEMETAAN DAN PEMODELAN JUMLAH KASUS
PENYAKIT *TUBERCULOSIS* (TBC) DI PROVINSI
JAWA BARAT DENGAN PENDEKATAN
*GEOGRAPHICALLY WEIGHTED NEGATIVE
BINOMIAL REGRESSION* (GWNBR)**

Nama Mahasiswa : Wahendra Pratama
NRP : 1311 100 051
Jurusan : Statistika FMIPA-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si

ABSTRAK

Tuberkulosis merupakan salah satu penyakit saluran pernafasan bawah dan menular yang disebabkan oleh bakteri *Mycrobacterium Tuberculosis*. Provinsi Jawa Barat menduduki peringkat pertama jumlah kasus penyakit *Tuberculosis* di Indonesia. Dalam penelitian ini dilakukan pemetaan dan pemodelan jumlah kasus *Tuberculosis* di Provinsi Jawa Barat dengan pendekatan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR). Data jumlah kasus TBC merupakan data *count* sehingga analisis yang digunakan untuk memodelkan data *count* adalah dengan regresi Poisson. Dalam analisis regresi Poisson sering kali muncul fenomena overdispersi dalam pemodelan tersebut. Jika terjadi overdispersi, regresi Poisson tidak sesuai untuk memodelkan data dan model yang akan terbentuk menghasilkan estimasi parameter yang bias. Salah satu metode yang digunakan dalam mengatasi overdispersi dalam regresi Poisson adalah regresi Binomial Negatif. Dengan memperhatikan aspek spasial (wilayah) maka digunakan metode *Geographically Weighted Negative Binomial Regression*. Hasil penelitian menghasilkan 5 pengelompokan kabupaten/kota berdasarkan variabel yang mempengaruhi. Faktor yang mempengaruhi jumlah kasus TBC di semua kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat adalah persentase rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS).

Kata kunci : GWNBR, PHBS, Regresi Poisson, *Tuberculosis*

Halaman ini sengaja dikosongkan

MAPPING AND MODELLING OF THE NUMBER TUBERCULOSIS (TBC) CASES IN THE PROVINCE OF WEST JAVA WITH THE APPROACH GEOGRAPHICALLY WEIGHTED NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION (GWNBR)

Name of Student : Wahendra Pratama
NRP : 1311 100 051
Department : Statistics FMIPA-ITS
Supervisor : Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si

ABSTRACT

Tuberculosis is one of infectious lower tract respiratory disease caused by Mycobacterium Tuberculosis bacteria. West Java ranked first for the most Tuberculosis cases in Indonesia. Within this research, we do the mapping and modeling the numbers of tuberculosis cases in West Java with Geographically Weighted Negative Binomial Regressions (GWNBR) approach. Data on the number of cases of tuberculosis is a data count so that analysis is used to model the data count is the Poisson regression. In Poisson regression analysis often appear overdispersion phenomenon in the modeling. If there overdispersion, Poisson regression is not appropriate to model the data and models that will form produce biased parameter estimates. One method used to overcome overdispersion in Poisson regression is Negative Binomial regression. By considering the spatial aspects (region) then used the method Geographically Weighted Regression Negative Binomial (GWNBR). The results of the study resulted in five groupings district / city based on variables that influence. Factor affecting the number of cases of tuberculosis in all districts / cities in West Java Province is the percentage of households living a clean and healthy behavior (PHBS).

Keywords : GWNBR, PHBS, Poisson Regression, Tuberculosis

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan kekuatan serta shalawat dan salam selalu tercurah pada Nabi Muhammad SAW, keluarga nabi dan para sahabat nabi atas suri tauladannya dalam kehidupan ini sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pemetaan dan Pemodelan Jumlah Kasus Penyakit *Tuberculosis* (TBC) di Provinsi Jawa Barat dengan Pendekatan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR)”**.

Terselesaikannya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr.Muhammad Mashuri, MT selaku Ketua Jurusan Statistika FMIPA ITS.
2. Ibu Dra.Lucia Aridinanti,MT selaku Ketua Program Studi S1.
3. Ibu Santi Wulan Purnami, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Koordinator Tugas Akhir.
4. Ibu Ir.Sri Pingit Wulandari, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan ilmu, bimbingan, dan arahannya dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Bapak Dr.Sutikno, S.Si, M.Si dan Bapak Dr.Drs.I Nyoman Latra,MS selaku dosen penguji atas saran dan kritiknya demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Drs.Kresnayana,M.Sc dan Ibu Drs.Kartika Fitriasari,M.Si selaku dosen wali yang telah membimbing dan mengarahkan saya selama perkuliahan ini.
7. Ibuku tercinta Masritah dan Bapakku tersayang Lamidi, adekku Tedy, dan seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa, waktunya untuk mendengarkan keluh kesahku, dan semangat serta dukungan.

8. Para dosen pengajar dan staf Jurusan Statistika FMIPA ITS yang memberikan bekal ilmu selama masa perkuliahan terutama buat dosen favorit saya Bu Endang, Pak Heri, Pak Agus, Bu Wiwiek, Bu Erma, Pak Purhadi dan bapak staf TU super sabar Pak Anton.
9. Mbak Bunga Nevrieda 2010 yang telah memberikan ilmu, bimbingan, waktu, dan arahan dalam mengerjakan metode yang super ini.
10. Teman-temanku tersayang: Giriesa, Denni, Mbak Yanti Zhafran, Tori, Mami, Gembel, Kurnia, Tri, Whilda, Wiwik, Kak Mukti, Kak Rizka, Windi, Popo, Aul, Ucup, Ratna, Fifi, Lely, Hasrul, Diah, Indry, Sosialita, Charisma, Shintya, Indi Kecil, dan teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terimakasih atas motivasi dan dukungan dari kalian. Semoga sukses dunia dan akhirat.
11. Tim spasial yang menemani dalam diskusi, cerita, *share*, kegalauan metode yang super ini: Lucky Chyntia Juniardi dan Ratih Kumala Puspa Nusantara. Dan teman-teman seperjuangan Tugas Akhir 111 ITS serta Teman-teman $\Sigma 22$ atas segala dukungan dan kebersamaan kita.
12. Terkhusus buat Noer Sulistyorini dari Jurusan Geografi Universitas Indonesia yang sudah repot-repot *share* peta Jawa Barat dan buat Habibah yang sangat membantu dalam pembuatan semua peta dan buat Ardian yang sudah bantu buatin judul Tugas Akhir in English. Thanks bro.
13. Seluruh pihak yang telah banyak membantu penulis dan tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran diharapkan dari semua pihak untuk tahap pengembangan selanjutnya. Semoga Tugas Akhir ini akan bermanfaat untuk menambah wawasan keilmuan bagi semua pihak.

Surabaya, Januari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
<i>PAGE TITLE</i>	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Multikolinieritas	5
2.2 Regresi Poisson	5
2.3 Estimasi Parameter Regresi Poisson	6
2.4 Pengujian Parameter Regresi Poisson	9
2.5 Overdispersi Regresi Poisson	10
2.6 Regresi Binomial Negatif.....	11
2.7 Estimasi Parameter RBN	12
2.8 Pengujian Parameter RBN.....	12
2.9 Pengujian Aspek Data Spasial.....	13
2.10 Pengujian Dependensi Spasial.....	13
2.11 Pengujian Heteroskedastisitas Spasial.....	14
2.12 Model GWNBR.....	15
2.13 Estimasi Parameter Model GWNBR.....	15
2.14 Pengujian Kesamaan GWNBR dengan RBN	15
2.15 Pengujian Parameter Model GWNBR.....	16
2.16 Penentuan <i>Bandwidth</i> dan Pembobot Optimum...	17

2.17	<i>Tuberculosis</i> (TBC).....	18
2.18	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kasus TBC ...	19
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1	Sumber Data	21
3.2	Variabel Penelitian	21
3.3	Metode Analisis	23
BAB IV	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	27
4.1	Karakteristik Jumlah Kasus TBC Tahun 2012 di Provinsi Jawa Barat	27
4.1.1	Persentase Rumah Tangga yang Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS)	28
4.1.2	Persentase Rumah Tangga yang Memiliki Akses Air Bersih	29
4.1.3	Persentase Rumah Tangga yang Memiliki Tempat Sampah Sehat.....	30
4.1.4	Persentase Tenaga Medis	31
4.1.5	Persentase Penduduk Melek Huruf Menurut Kabupaten/ Kota.....	32
4.1.6	Kepadatan Penduduk.....	33
4.2	Pemodelan Jumlah Kasus TBC di Provinsi Jawa Barat Tahun 2012	34
4.2.1	Pemeriksaan Multikolinieritas	34
4.2.2	Pemodelan Regresi Poisson	36
4.2.3	Pemeriksaan Overdispersi	38
4.2.4	Pemodelan Regresi Binomial Negatif	39
4.2.5	Pengujian Aspek Data Spasial.....	41
4.2.6	Pemodelan GWNBR	43
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	50
	DAFTAR PUSTAKA	51
	LAMPIRAN	55
	BIODATA PENULIS	77

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Struktur Data Provinsi Jawa Barat	23
Tabel 4.1	Koefisien Korelasi antara Variabel Prediktor	35
Tabel 4.2	Nilai VIF dari Variabel Prediktor	35
Tabel 4.3	Estimasi Parameter Model Regresi Poisson	36
Tabel 4.4	Nilai Initial θ	38
Tabel 4.5	Estimasi Parameter Model Regresi Binomial Negatif	39
Tabel 4.6	Estimasi Parameter Model GWNBR	44
Tabel 4.7	Pengelompokkan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat	45
Tabel 4.8	Pengujian Parameter Model GWNBR di Kota Bekasi	46

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram Alir Analisis Data	25
Gambar 4.1	Penyebaran Jumlah Kasus TBC di Provinsi Jawa Barat Tahun 2012	27
Gambar 4.2	Persentase Rumah Tangga yang Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) di Provinsi Jawa Barat Tahun 2012	28
Gambar 4.3	Persentase Rumah Tangga yang Memiliki Akses Air Bersih di Provinsi Jawa Barat Tahun 2012	30
Gambar 4.4	Persentase Rumah Tangga yang Memiliki Tempat Sampah Sehat di Provinsi Jawa Barat Tahun 2012	31
Gambar 4.5	Persentase Tenaga Medis di Provinsi Jawa Barat Tahun 2012.....	32
Gambar 4.6	Persentase Penduduk Melek Huruf di Provinsi Jawa Barat Tahun 2012	33
Gambar 4.7	Kepadatan Penduduk di Provinsi Jawa Barat Tahun 2012	34
Gambar 4.8	Pengelompokkan Kabupaten/ Kota di Provinsi Jawa Barat berdasarkan Variabel yang Signifikan	45

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tuberculosis sampai saat ini masih menjadi masalah utama kesehatan masyarakat dan secara global masih menjadi isu kesehatan global di semua negara. Berdasarkan laporan WHO (2010), terdapat 22 negara dengan kategori beban tinggi terhadap *Tuberculosis* (*High Burden of TBC Number*). Sebanyak 8,9 juta penderita *Tuberculosis* dengan proporsi 80 persen pada 22 negara berkembang dengan kematian tiga juta orang pertahun, dan satu orang dapat terinfeksi *Tuberculosis* setiap detik. Indonesia sebagai salah satu negara yang masuk dalam kategori negara beban tinggi terhadap *Tuberculosis*, berada pada peringkat kelima setelah India, Cina, Afrika Selatan, dan Nigeria dengan jumlah penderita *Tuberculosis* sebesar 429 ribu orang (Kementerian Kesehatan RI, 2011). Kementerian Kesehatan, Dinas Kesehatan Provinsi, dan Kabupaten/Kota dalam menjalankan kebijakan dan program pembangunan kesehatan tidak hanya berpihak pada kaum miskin, namun juga berorientasi pada pencapaian *Millenium Development Goals* (MDGs). Agenda pencapaian MDGs terdiri dari delapan poin, lima diantaranya merupakan bidang kesehatan. Salah satu bidang kesehatan yang merupakan agenda pencapaian MDGs adalah memerangi HIV/AIDS, Malaria, Tuberkulosis dan penyakit lainnya.

Provinsi Jawa Barat merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang terdiri dari 26 kabupaten/kota. Di tingkat nasional, Provinsi Jawa Barat menduduki peringkat pertama penyumbang jumlah penderita *Tuberculosis*. Total jumlah kasus sebanyak 62.218 orang dengan jumlah kesembuhan hanya sebanyak 29.572 orang (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat, 2012).

TBC banyak ditemukan di daerah pemukiman padat penduduk dengan sanitasi yang kurang bagus. Salah satu faktor penyebab percepatan berkembangnya penyakit ini adalah lingkungan rumah yang kurang sehat, diantaranya kurangnya ventilasi dan pencahayaan matahari pada rumah penduduk, serta kurangnya istirahat. Perbedaan faktor-faktor yang berpengaruh di masing-masing topografi menunjukkan adanya pengaruh kondisi lokal dari suatu wilayah tertentu dalam menentukan faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap penyakit *Tuberculosis*.

Jumlah kasus TBC merupakan data *count* yang mengikuti distribusi Poisson sehingga untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kasus TBC digunakan analisis regresi Poisson. Dalam analisis regresi Poisson, asumsi *mean* sama dengan *variance* jarang terpenuhi karena sering kali muncul fenomena overdispersi dalam pemodelan tersebut. Jika terjadi overdispersi, regresi Poisson tidak sesuai untuk memodelkan data dan model yang akan terbentuk menghasilkan estimasi parameter yang bias.

Salah satu metode yang digunakan dalam mengatasi overdispersi dalam regresi Poisson adalah regresi Binomial Negatif. Dengan memperhatikan aspek spasial (wilayah) maka digunakan metode *Geographically Weighted Negative Binomial Regression*. Pemodelan dengan memperhatikan faktor spasial (wilayah) menggunakan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR), dimana setiap wilayah pasti memiliki kondisi geografis yang berbeda sehingga menyebabkan adanya perbedaan jumlah kasus TBC antara wilayah satu dengan wilayah yang lainnya sesuai dengan karakteristik wilayah tersebut dikaitkan dengan kondisi lingkungan dalam rumah tangga penduduk.

Penelitian metode GWNBR yang telah dilakukan diantaranya Nandasari (2014), menggunakan metode GWNBR

untuk memodelkan jumlah kejadian luar biasa difteri di Jawa Timur dan dan Evadiani (2014), menggunakan metode GWNBR untuk memodelkan jumlah kematian ibu di Jawa Timur.

Pada penelitian ini digunakan metode GWNBR dengan unit penelitian 26 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat. Hasil analisis yang akan diperoleh adalah model regresi Poisson dan Binomial Negatif serta faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus TBC di Provinsi Jawa Barat dan dengan menggunakan pembobot *Adaptive Bisquare Kernel* akan diperoleh faktor-faktor yang berpengaruh di setiap kabupaten/kecamatan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik jumlah kasus TBC di Provinsi Jawa Barat dan faktor-faktor yang mempengaruhinya pada tahun 2012?
2. Bagaimana pemetaan dan pemodelan GWNBR untuk jumlah kasus TBC di Provinsi Jawa Barat pada tahun 2012?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan, tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan karakteristik jumlah kasus TBC di Provinsi Jawa Barat dan faktor-faktor yang mempengaruhinya pada tahun 2012.
2. Memetakan dan memodelkan GWNBR untuk jumlah kasus TBC di Provinsi Jawa Barat pada tahun 2012.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Sebagai salah satu cara penerapan ilmu statistik di bidang kesehatan.
2. Memberikan gambaran mengenai penyakit TBC di Provinsi Jawa Barat dari metode *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR).
3. Dengan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit TBC di Provinsi Jawa Barat yang dikaitkan dengan lingkungan rumah tangga, diharapkan adanya peningkatan perilaku hidup sehat yang bisa mengurangi terjadinya penyakit TBC.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini menggunakan data jumlah kasus TBC di Provinsi Jawa Barat pada tahun 2012 dan pembobot yang digunakan dalam pemodelan GWBNR adalah pembobot fungsi kernel *adaptive bisquare*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Multikolinieritas

Salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam pembentukan model regresi dengan beberapa variabel prediktor adalah tidak ada kasus multikolinearitas atau tidak terdapat korelasi antara satu variabel prediktor dengan variabel prediktor yang lain. Dalam model regresi, adanya korelasi antar variabel prediktor menyebabkan taksiran parameter regresi yang dihasilkan akan memiliki *error* yang sangat besar. Pendeteksian kasus multikolinieritas dilakukan menggunakan kriteria nilai VIF (Hocking, 1996). Jika nilai VIF (*Variance Inflation Factor*) lebih besar dari 10 menunjukkan adanya multikolinieritas antarvariabel prediktor. Nilai VIF dinyatakan sebagai berikut.

$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (2.1)$$

dengan R_j^2 adalah koefisien determinasi antara satu variabel prediktor dengan variabel prediktor lainnya. Solusi untuk mengatasi adanya kasus multikolinearitas yaitu dengan mengeluarkan variabel prediktor satu per satu mulai dari yang memiliki nilai VIF paling besar.

2.2 Regresi Poisson

Regresi Poisson merupakan model regresi nonlinear yang sering digunakan untuk mengatasi data *count* dimana variabel respon mengikuti distribusi Poisson (Agresti, 2002). Menurut Walpole (1995), distribusi Poisson adalah distribusi probabilitas acak Poisson yang menyatakan banyaknya sukses dari suatu percobaan dengan distribusi probabilitasnya merupakan distribusi

Poisson. Ciri-ciri percobaan yang mengikuti distribusi Poisson, yaitu (Cameron dan Trivedi, 1998).

1. Kejadian dengan probabilitas kecil yang terjadi pada populasi dengan jumlah anggota yang besar
2. Bergantung pada interval waktu tertentu
3. Kejadian yang termasuk dalam proses stokastik (*counting process*)
4. Perulangan dari kejadian yang mengikuti distribusi binomial.

Jika variabel random diskrit (y) merupakan distribusi Poisson dengan parameter μ maka fungsi probabilitas dari distribusi Poisson dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$f(y, \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}; y = 0, 1, 2, \dots, n \quad (2.2)$$

Dengan μ merupakan rata-rata variabel respon yang berdistribusi Poisson dimana nilai rata-rata dan varian dari y mempunyai nilai lebih dari 0.

Persamaan model regresi Poisson dapat ditulis sebagai berikut.

$$\hat{\mu}_i = \exp(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1i} + \hat{\beta}_2 X_{2i} + \dots + \hat{\beta}_p X_{pi}) \quad (2.3)$$

Dengan $\hat{\mu}_i$ merupakan rata-rata jumlah kejadian yang terjadi dalam interval waktu tertentu.

2.3 Estimasi Parameter Regresi Poisson

Salah satu metode yang digunakan untuk pengestimasian parameter regresi Poisson adalah metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Metode MLE biasa digunakan dengan cara memaksimumkan fungsi *likelihood*. Dalam regresi Poisson, parameter yang diestimasi adalah β_k dengan hasil estimasi

dilambangkan $\hat{\beta}_k$. Untuk mendapatkan nilai estimasi β_k dilakukan dengan langkah berikut.

1. Mengambil n data sampel random
2. Membentuk fungsi *likelihood* dari regresi Poisson, yaitu.

$$\begin{aligned}
 L(\beta) &= \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!} \\
 L(\beta) &= \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\exp(\mathbf{x}_i^T \beta)) (\exp(\mathbf{x}_i^T \beta))^{y_i}}{y_i!} \\
 L(\beta) &= \frac{\exp\left(-\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \beta)\right) \left(\exp\left(\sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \beta\right)\right)}{\prod_{i=1}^n y_i!} \quad (2.4)
 \end{aligned}$$

Fungsi *likelihood* diubah dalam bentuk logaritma natural sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \ln L(\beta) &= \ln \left(\frac{\exp\left(-\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \beta)\right) \left(\exp\left(\sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \beta\right)\right)}{\prod_{i=1}^n y_i!} \right) \\
 \ln L(\beta) &= -\sum_{i=1}^n \left(\exp(\mathbf{x}_i^T \beta)\right) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \beta - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!) \quad (2.5)
 \end{aligned}$$

Kemudian Persamaan (2.5) diturunkan terhadap β^T yang merupakan bentuk vektor, menjadi

$$\frac{\partial \ln L(\beta)}{\partial \beta^T} = -\sum_{i=1}^n x_i \exp(\mathbf{x}_i^T \beta) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i. \quad (2.6)$$

Selanjutnya Persamaan (2.6) disamakan dengan nol sebagai syarat perlu, menggunakan metode iterasi Newton-Raphson. Metode ini digunakan karena jika diselesaikan dengan MLE (derivatif) akan menghasilkan persamaan yang tidak *close form*. Algoritma untuk optimasi dengan metode Newton-Raphson dapat dituliskan sebagai berikut.

1. Menentukan nilai estimasi awal parameter $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(0)}$.

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(0)} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{Y} \quad (2.7)$$

dengan,

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{p1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \cdots & x_{p2} \\ 1 & x_{13} & x_{23} & \cdots & x_{p3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1i} & x_{2i} & \cdots & x_{pi} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{Y} = [y_1 \quad y_2 \quad y_3 \quad \cdots \quad y_p]^T$$

2. Membentuk vektor gradien \mathbf{g}

$$\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}_{(m)})_{(k+1) \times 1} = \left(\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0}, \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1}, \dots, \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_k} \right)^T_{\boldsymbol{\beta}=\boldsymbol{\beta}_{(m)}} \quad (2.8)$$

k merupakan banyaknya parameter yang diestimasi (variabel prediktor)

3. Membentuk matriks Hessian \mathbf{H}

$$\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}_{(m)})_{(k+1) \times (k+1)} = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0^2} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0 \partial \beta_1} & \cdots & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0 \partial \beta_k} \\ & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1^2} & \cdots & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1 \partial \beta_k} \\ & & \ddots & \vdots \\ & & & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_k^2} \end{pmatrix}_{\boldsymbol{\beta}=\boldsymbol{\beta}_{(m)}} \quad (2.9)$$

4. Setelah mendapatkan matriks Hessian \mathbf{H} , vektor gradien \mathbf{g} , dan nilai estimasi awal parameter $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(0)}$, kemudian nilai

estimasi awal $\hat{\beta}_{(0)}$ dimasukkan ke dalam elemen-elemen vektor $\mathbf{g}(\hat{\beta}_{(0)})$ dan matriks $\mathbf{H}(\hat{\beta}_{(0)})$.

5. Melakukan iterasi dengan persamaan

$$\beta_{(m+1)} = \beta_{(m)} - \mathbf{H}^{-1}(\beta_{(m)}) \mathbf{g}(\beta_{(m)}) \text{ yang dimulai dari } m = 0.$$

Nilai $\beta_{(m)}$ merupakan sekumpulan pengestimasi parameter yang konvergen pada iterasi ke- m .

6. Jika parameter yang didapatkan belum konvergen, maka dilakukan kembali langkah ke 5 hingga iterasi ke $m = m + 1$. Iterasi berhenti pada keadaan konvergen, dimana $\|\beta_{(m+1)} - \beta_{(m)}\| \leq \varepsilon$, ε merupakan bilangan yang sangat kecil sekali.

2.4 Pengujian Parameter Regresi Poisson

Pengujian parameter digunakan untuk mengetahui pengaruh dari suatu parameter terhadap model dengan tingkat signifikansi tertentu. Pengujian kelayakan model regresi Poisson dilakukan dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT) yang memiliki hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji :

$$G^2 = -2 \ln A = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) \quad (2.10)$$

$L(\hat{\omega})$ dan $L(\hat{\Omega})$ merupakan dua fungsi *likelihood* yang berhubungan dengan model regresi yang diperoleh. $L(\hat{\omega})$ adalah nilai maksimum *likelihood* untuk model tanpa melibatkan

variabel prediktor dan $L(\hat{\Omega})$ adalah nilai maksimum *likelihood* untuk model yang melibatkan variabel prediktor.

Keputusan : Tolak H_0 jika nilai $G^2 > \chi^2_{(\alpha, p)}$, yang berarti minimal ada satu parameter yang berpengaruh secara signifikan terhadap model. G^2 merupakan statistik rasio *likelihood* yang mengikuti distribusi khi-kuadrat dengan derajat bebas p . (Mc Cullagh & Nelder, 1989)

Kemudian dilakukan pengujian parameter secara parsial untuk melihat signifikansi parameter terhadap model dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_k = 0; k = 1, 2, \dots, p$$

$$H_1 : \beta_k \neq 0$$

Statistik uji yang digunakan mengikuti distribusi z yaitu,

$$Z_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_k}{SE(\hat{\beta}_k)} \quad (2.11)$$

$SE(\hat{\beta}_k)$ adalah standar error, didapatkan dari elemen diagonal ke- $(k+1)$ dari $\text{var}(\hat{\beta})$ dengan $\text{var}(\hat{\beta}) = -\mathbf{E}(\mathbf{H}^{-1}(\hat{\beta}))$. H_0 akan ditolak jika nilai dari $|z_{hitung}|$ lebih besar dari nilai $z_{\alpha/2}$ dimana α adalah tingkat signifikansi yang digunakan.

2.5 Overdispersi Regresi Poisson

Regresi Poisson dikatakan overdispersi apabila nilai variansnya lebih besar dari nilai rata-ratanya. Jika pada data diskrit terjadi overdispersi dan tetap menggunakan regresi Poisson sebagai metode penyelesaiannya, maka akan diperoleh suatu kesimpulan yang tidak valid karena nilai *standart error* menjadi *under estimate*. Hal ini disebabkan karena parameter

koefisien regresi yang dihasilkan dari regresi Poisson tidak efisien meskipun koefisien regresinya tetap konsisten.

Overdispersi merupakan nilai dispersi *pearson Chi-square* atau *deviance* yang dibagi dengan derajat bebasnya, diperoleh nilai lebih besar dari 1. Misalkan θ merupakan parameter dispersi, maka jika $\theta > 1$ artinya terjadi overdispersi pada regresi Poisson, jika $\theta < 1$ artinya terjadi underdispersi dan jika $\theta = 1$ berarti tidak terjadi kasus over/under dispersi yang disebut dengan equidispersi (Famoye, Wulu, dan Singh, 2004).

2.6 Regresi Binomial Negatif

Model regresi Binomial Negatif mempunyai fungsi massa probabilitas sebagai berikut (Greene, 2008).

$$P(y, \mu, \theta) = \frac{\Gamma(y+1/\theta)}{\Gamma(1/\theta)y!} \left(\frac{1}{1+\theta\mu} \right)^{1/\theta} \left(\frac{\theta\mu}{1+\theta\mu} \right)^y \quad (2.12)$$

$$y = 0, 1, 2, \dots, n$$

$$\mu = \exp(\mathbf{X}_i^T \boldsymbol{\beta})$$

Model regresi Binomial Negatif dapat digunakan untuk memodelkan data Poisson yang mengalami overdispersi karena distribusi Binomial Negatif merupakan perluasan dari distribusi Poisson-Gamma yang memuat parameter dispersi θ (Hilbe, 2011). Pada Persamaan (2.12), kondisi overdispersi ditunjukkan dengan nilai $\theta > 1$. Model regresi Binomial Negatif dinyatakan sebagai berikut.

$$\hat{y}_i = \exp \left[\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1i} + \hat{\beta}_2 X_{2i} \dots + \hat{\beta}_p X_{pi} \right] \quad (2.13)$$

2.7 Estimasi Parameter Regresi Binomial Negatif (RBN)

Metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) digunakan untuk estimasi parameter dalam regresi Binomial Negatif. Fungsi *Likelihood* dari regresi Binomial Negatif adalah sebagai berikut.

$$L(\beta, \theta) = \prod_{i=1}^n \frac{\Gamma(y+1/\theta)}{\Gamma(1/\theta)y!} \left(\frac{1}{1+\theta\mu_i} \right)^{1/\theta} \left(\frac{\theta\mu_i}{1+\theta\mu_i} \right)^y \quad (2.14)$$

Estimasi regresi Binomial Negatif menggunakan metode iterasi *Newton Rhapsion* untuk memaksimumkan fungsi *Likelihood*.

2.8 Pengujian Parameter Regresi Binomial Negatif

Pengujian signifikansi secara serentak untuk estimasi parameter model regresi Binomial Negatif menggunakan uji devians dengan hipotesis sebagai berikut (Hosmer dan Lemeshow, 1995).

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1: \text{minimal ada satu } \beta_k \neq 0; k=1, 2, \dots, p$$

Statistik Uji:

$$G^2 = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) = 2 \left(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega}) \right) \quad (2.15)$$

Tolak H_0 jika statistik uji $G^2 > \chi^2_{(\alpha, p)}$

Pengujian signifikansi secara parsial untuk mengetahui parameter mana saja yang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap model dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0: \beta_k = 0$$

$$H_1: \beta_k \neq 0; k=1, 2, \dots, p$$

Statistik Uji:

$$W_k = \frac{\hat{\beta}_k}{SE(\hat{\beta}_k)} \quad (2.16)$$

H_0 ditolak jika statistik uji W atau $|t_{hitung}|$ lebih besar dari $t_{(n-k; \alpha/2)}$. Tolak H_0 artinya bahwa parameter ke- p signifikan terhadap model regresi Binomial Negatif.

2.9 Pengujian Aspek Data Spasial

Regresi spasial merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor dengan memperhatikan aspek lokasi atau spasial. Aspek spasial yang dimaksud adalah data yang digunakan memiliki *error* saling berkorelasi dan memiliki heterogenitas spasial (Anselin, 1988).

2.10 Pengujian Dependensi Spasial

Pengujian dependensi spasial dilakukan untuk melihat apakah pengamatan di suatu lokasi berpengaruh terhadap pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Pengujian dependensi spasial dilakukan menggunakan statistik uji Moran's I dengan hipotesis sebagai berikut .

$$H_0 : I = 0 \quad (\text{tidak terdapat dependensi spasial})$$

$$H_1 : I \neq 0 \quad (\text{terdapat dependensi spasial})$$

Statistik uji :

$$Z_{hit} = \frac{\hat{I} - E(\hat{I})}{\sqrt{Var(\hat{I})}} \quad (2.17)$$

dengan

$$\hat{I} = \frac{\mathbf{e}^T \mathbf{W} \mathbf{e}}{\mathbf{e}^T \mathbf{e}} \quad (2.18)$$

\mathbf{e} = vektor residual

\mathbf{W} = matriks penimbang spasial antarlokasi

Rumus persamaan nilai *mean* dan varians dari Moran's I sebagai berikut.

$$E(\hat{I}) = \frac{tr(\mathbf{M}\mathbf{W})}{(n-k)} \quad (2.19)$$

$$Var(\hat{I}) = \frac{\left[tr(\mathbf{M}\mathbf{W}\mathbf{M}\mathbf{W}^T) + tr(\mathbf{M}\mathbf{W})^2 + (tr(\mathbf{M}\mathbf{W}))^2 \right]}{d - E(\hat{I})^2} \quad (2.20)$$

dengan,

$$d = (n - k)(n - k - 2)$$

$$\mathbf{M} = \left(\mathbf{I} - \mathbf{X}(\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \right)$$

Keputusan : Tolak H_0 jika nilai $|Z_{hit}| > Z_{\alpha/2}$, yang berarti terdapat dependensi spasial dalam model.

2.11 Pengujian Heteroskedastisitas Spasial

Pengujian heteroskedastisitas spasial dilakukan untuk melihat apakah terdapat kekhasan pada setiap lokasi pengamatan, sehingga parameter regresi yang dihasilkan berbeda-beda secara spasial. Pengujian heteroskedastisitas spasial dilakukan menggunakan statistik uji Breusch-Pagan (BP) dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2 \text{ (varians antarlokasi sama)}$$

$$H_1: \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 \text{ (varians antarlokasi berbeda)}$$

Statistik uji:

$$BP = (1/2) \mathbf{f}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f} \quad (2.21)$$

dengan,

elemen vektor \mathbf{f} adalah $f_i = \left(\frac{e_i^2}{\sigma^2} - 1 \right)$

e_i = residual untuk observasi ke- i

\mathbf{Z} = matriks berukuran $n \times (k + 1)$ berisi vektor yang sudah di normal standardkan untuk setiap observasi.

Keputusan : Tolak H_0 jika nilai BP dengan $BP = (1/2) \mathbf{f}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f} > \chi_{(\alpha, k)}^2$ atau $p\text{-value} < \alpha$ yang berarti terjadi heteroskedastisitas dalam model.

2.12 Model *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR)

Model GWNBR akan menghasilkan parameter lokal dengan masing-masing lokasi akan memiliki parameter yang berbeda-beda. Model GWNBR dapat dirumuskan sebagai berikut. (Ricardo dan Carvalho, 2013).

$$y_i \sim NB \left[t_j \exp \left(\sum_p \beta_p(u_i, v_i) x_{ip} \right), \theta(u_i, v_i) \right]; i = 1, 2, \dots, n \quad (2.22)$$

dimana,

- y_i : nilai observasi respon ke- i
- t_j : *offset variable*
- x_{ip} : nilai observasi variabel prediktor ke- p pada pengamatan lokasi (u_i, v_i)
- $\beta_p(u_i, v_i)$: koefisien regresi variabel prediktor ke- p untuk setiap lokasi (u_i, v_i)
- $\theta(u_i, v_i)$: parameter dispersi untuk setiap lokasi (u_i, v_i)

2.13 Estimasi Parameter Model GWNBR

Estimasi parameter model GWNBR menggunakan metode maksimum likelihood. Fungsi likelihood dapat dituliskan sebagai berikut. (Ricardo dan Carvalho, 2013).

$$L(\beta(u_i, v_i), \theta_i | y_i, x_i) = \prod_{i=1}^n \left(\prod_{r=0}^{y_i-1} \left(r + \frac{1}{\theta_i} \right) \right) \left(\frac{1}{y_i!} \right) \left(\frac{1}{1 + \theta_i \mu_i} \right)^{1/\theta_i} \left(\frac{\theta_i \mu_i}{1 + \theta_i \mu_i} \right)^{y_i} \quad (2.23)$$

2.14 Pengujian Kesamaan Model GWNBR dengan Regresi Binomial Negatif

Pengujian kesamaan model GWNBR dengan regresi Binomial Negatif dilakukan untuk melihat terdapat perbedaan yang signifikan atau tidak antara model GWNBR dengan regresi Binomial Negatif dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0: \beta_k(u_i, v_i) = \beta_k; i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, p$$

$$H_1: \beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k$$

Statistik Uji:

$$F_{hit} = \frac{Devians Model A/df A}{Devians Model B/df B} \quad (2.24)$$

Dimisalkan model A adalah model Binomial Negatif dan model B adalah model GWNBR. Tolak H_0 jika $F_{hit} > F_{(\alpha, df A, df B)}$ yang artinya bahwa ada perbedaan yang signifikan antara model Binomial Negatif dengan model GWNBR. (Ricardo dan Carvalho, 2013).

2.15 Pengujian Parameter Model GWNBR

Pengujian signifikan parameter model GWNBR terdiri dari uji serentak dan parsial. Uji signifikansi secara serentak dengan menggunakan *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT) dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0: \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \dots = \beta_p(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1: \text{minimal ada satu } \beta_k(u_i, v_i) \neq 0; k=1, 2, \dots, p$$

Statistik Uji:

$$G^2 = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) = 2 \left(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega}) \right)$$

Tolak H_0 jika statistik uji $G^2 > \chi^2_{(p; \alpha)}$

Pengujian signifikansi secara parsial dilakukan untuk mengetahui parameter mana saja yang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap variabel respon pada tiap- tiap lokasi dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0: \beta_k(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1: \beta_k(u_i, v_i) \neq 0; k=1, 2, \dots, p$$

Statistik Uji:

$$Z_{hit} = \frac{\hat{\beta}_k(u_i, v_i)}{SE(\hat{\beta}_k(u_i, v_i))} \quad (2.25)$$

H_0 ditolak jika statistik uji $|Z_{\text{hit}}| > Z_{(\alpha/2)}$. Tolak H_0 artinya bahwa parameter tersebut berpengaruh signifikan terhadap variabel respon di tiap lokasi. (Ricardo dan Carvalho, 2013).

2.16 Penentuan *Bandwidth* dan Pembobot Optimum

Secara teoritis *bandwidth* merupakan luasan dengan radius b dari titik pusat lokasi yang digunakan sebagai dasar menentukan bobot setiap pengamatan terhadap model regresi pada lokasi tersebut. Pengamatan-pengamatan yang terletak di dalam radius b masih dianggap berpengaruh terhadap model pada lokasi tersebut sehingga akan diberi bobot tergantung pada fungsi yang digunakan. Selain itu, *bandwidth* menjadi pengontrol keseimbangan antara kesesuaian kurva terhadap data dan kemulusan data. Nilai *bandwidth* yang sangat kecil menyebabkan varians semakin besar. Hal ini dikarenakan jika nilai *bandwidth* sangat kecil maka akan semakin sedikit pengamatan yang berada dalam radius b , sehingga model yang diperoleh akan sangat kasar (*under smoothing*). Sebaliknya nilai *bandwidth* yang besar akan menimbulkan bias yang semakin besar karena semakin banyak pengamatan yang berada dalam radius b , sehingga model yang diperoleh akan terlampaui halus (*over smoothing*).

Pemilihan *bandwidth* optimum menjadi sangat penting karena akan mempengaruhi ketepatan model terhadap data, yaitu mengatur varians dan bias dari model. Penentuan *bandwidth* optimum dilakukan menggunakan metode *Cross Validation* (CV) sebagai berikut.

$$CV(b) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(b))^2 \quad (2.26)$$

$\hat{y}_{\neq i}(b)$ merupakan nilai penaksir y_i dengan pengamatan lokasi (u_i, v_i) dihilangkan dari proses penaksiran.

Dalam proses penaksiran parameter model GWNBR di suatu titik (u_i, v_i) dibutuhkan adanya pembobot spasial dimana pembobot yang digunakan adalah sebagai berikut.

Fungsi Kernel *Adaptive Bisquare*:

$$w_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(d_{ij}/b\right)^2\right)^2, & \text{untuk } d_{ij} \leq b \\ 0, & \text{untuk } d_{ij} > b \end{cases} \quad (2.27)$$

dengan $d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$ adalah jarak *Euclidean* antara lokasi (u_i, v_i) dan lokasi (u_j, v_j) dan b adalah nilai *bandwidth* optimum pada tiap lokasi.

2.17 Tuberculosis (TBC)

Tuberculosis adalah penyakit menular langsung yang disebabkan oleh kuman *Mycobacterium Tuberculosis* tipe *Humanus*. Kuman *Tuberculosis* diperkenalkan pertama kali oleh Robert Koch di Berlin, Jerman pada 24 Maret 1882. Jenis kuman tersebut adalah *Mycobacterium Tuberculosis*, *Mycro-bacterium africanum*, dan *Mycobacterium bovis*. Basil *Tuberculosis* termasuk dalam genus *Mycobacterium* yang menyebabkan sejumlah penyakit berat pada manusia dan juga penyebab terjadinya infeksi tersering (Samik, 1994). *Mycobacterium Tuberculosis* merupakan jenis bakteri basil yang sering dijumpai dan sangat kuat sehingga memerlukan waktu lama untuk penyembuhannya.

Menurut Departemen Kesehatan RI (2009), *Tuberculosis* dibedakan menjadi dua klasifikasi, yaitu *Tuberculosis* paru dan *Tuberculosis* ekstra paru. *Tuberculosis* paru adalah penyakit *Tuberculosis* yang menyerang jaringan paru, sedangkan *Tuberculosis* ekstra paru merupakan penyakit *Tuberculosis* yang

menyerang organ tubuh lain selain paru, diantaranya organ selaput otak, selaput jantung (*pericardium*), kelenjar getah bening, tulang, limfa, persendian, kulit, usus, ginjal, saluran kencing, dan lain-lain. *Tuberculosis* dapat menyerang siapa saja, terutama penduduk usia produktif/masih aktif bekerja usia 15-50 tahun. *Tuberculosis* dapat menyebabkan kematian apabila tidak segera diobati, dimana 50% dari pasien penderita *Tuberculosis* akan meninggal setelah 5 tahun.

2.18 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kasus TBC

Menurut Entjang (2000), faktor yang mempengaruhi terjadinya penyakit *Tuberculosis* adalah kondisi sosial ekonomi masyarakat, yaitu status gizi dan sanitasi lingkungan. Semakin rendah status gizi dan sanitasi lingkungan menyebabkan rendahnya daya tahan tubuh sehingga mudah tertular *Tuberculosis* saat sakit. Sedangkan menurut teori John Gordon dalam Fatimah (2008), faktor yang mempengaruhi penularan penyakit *Tuberculosis* adalah jenis kelamin, umur, kondisi sosial ekonomi, kekebalan, status gizi, dan penyakit infeksi HIV.

Faktor lingkungan memegang peranan penting dalam penularan penyakit, terutama lingkungan rumah yang tidak memenuhi syarat. Lingkungan rumah merupakan salah satu faktor yang memberikan pengaruh besar terhadap status kesehatan penghuninya (Notoatmodjo, 2003). Adapun syarat-syarat yang dipenuhi oleh rumah sehat secara fisiologis berpengaruh terhadap kejadian *Tuberculosis* adalah kepadatan penghuni rumah, kelembaban rumah, ventilasi, pencahayaan sinar matahari, lantai rumah dan dinding (Fatimah, 2008). Selain itu, lingkungan tempat umum dan tempat pengelolaan makanan dan minuman juga berpengaruh terhadap penyakit *Tuberculosis* (Manalu, 2010).

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder mengenai penyakit *Tuberculosis* (TBC) di Provinsi Jawa Barat pada tahun 2012 beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya yang diperoleh melalui publikasi data profil kesehatan di Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat, Bank Data Departemen Kesehatan Republik Indonesia, dan Badan Pusat Statistik (BPS). Jumlah lokasi penelitian yang digunakan adalah sebanyak 26 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi 2 yaitu variabel respon atau dependen (Y) dan variabel prediktor atau independen (X) dengan unit yang diteliti adalah tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat tahun 2012. Penjelasan masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

1. Jumlah kasus TBC di tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat tahun 2012 (Y)
2. Persentase rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) (X_1)
Merupakan hasil bagi dari jumlah rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat terhadap jumlah rumah tangga yang dipantau di tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat dikalikan dengan 100%.
3. Persentase rumah tangga yang memiliki akses air bersih (X_2)
Merupakan hasil bagi antara jumlah rumah tangga yang memiliki akses air bersih terhadap jumlah rumah tangga yang diperiksa akses airnya dikalikan 100%.

4. Persentase Rumah Tangga yang Memiliki Tempat Sampah Sehat (X_3)
Merupakan hasil bagi antara jumlah rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat terhadap jumlah rumah tangga yang diperiksa tempat sampahnya dikalikan 100%.
5. Persentase Tenaga Medis (X_4)
Merupakan hasil bagi antara jumlah tenaga medis di masing-masing kabupaten/kota terhadap jumlah total tenaga medis di Provinsi Jawa Barat.
6. Persentase penduduk melek huruf menurut kabupaten/kota (X_5)
Merupakan hasil bagi antara jumlah penduduk yang melek huruf terhadap jumlah penduduk dikalikan 100%. Penduduk melek huruf adalah penduduk usia 15 tahun keatas yang bisa membaca dan menulis serta mengerti sebuah kalimat sederhana dalam hidupnya sehari-hari.
7. Kepadatan Penduduk (X_6)
Merupakan hasil bagi dari jumlah penduduk terhadap luas wilayah di tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat dalam satuan (orang/km²). Kepadatan penduduk yang tidak seimbang dengan luas wilayah memunculkan area yang sifatnya kumuh tidak beraturan yang terdapat di kota dengan segala masalah kesehatan masyarakat. Penyakit menular seperti TBC mudah menular dalam lingkungan yang buruk dengan sanitasi rendah. Sehingga semakin banyak kepadatan penduduk suatu daerah maka semakin besar peluang tersebarnya kasus TBC.

Tabel 3.1 Struktur Data Provinsi Jawa Barat

Kab/Kota	Y	X ₁	X ₂	...	X ₆	U _i	V _i
(1)	(2)	(3)	(4)	...	(8)	(9)	(10)
1	y ₁	x ₁₁	x ₂₁	...	x _{8,1}	u ₁	v ₁
2	y ₂	x ₁₂	x ₂₂	...	x _{8,2}	u ₂	v ₂
3	y ₃	x ₁₃	x ₂₃	...	x _{8,3}	u ₃	v ₃
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
26	y ₂₆	x _{1,26}	x _{2,26}	...	x _{8,26}	u ₂₆	v ₂₆

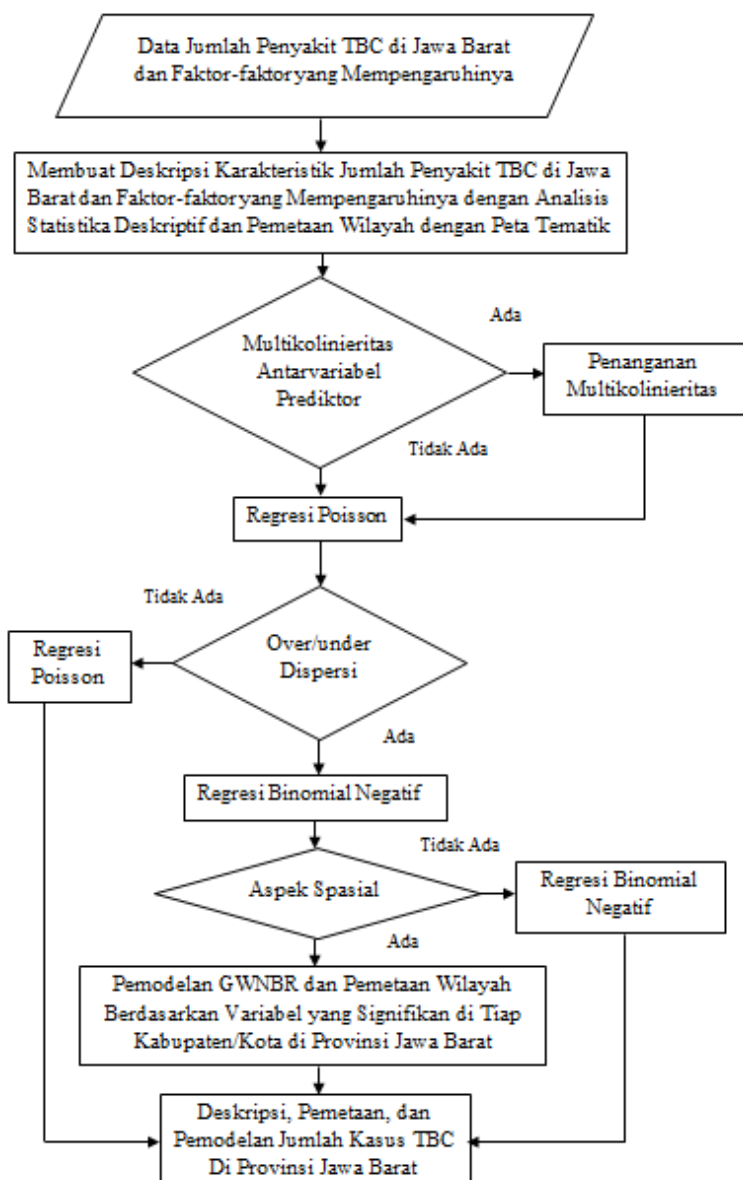
3.3 Metode Analisis

Langkah analisis yang dilakukan dalam penelitian ini yang didasarkan pada tujuan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan karakteristik jumlah kasus TBC dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya di Provinsi Jawa Barat pada tahun 2012 menggunakan analisis statistika deskriptif dan pemetaan wilayah dengan peta tematik untuk masing-masing variabel.
2. Pengujian kasus multikolinieritas berdasarkan kriteria korelasi dan VIF.
3. Menganalisis model regresi Poisson dengan langkah berikut.
 - a. Penaksiran parameter model regresi Poisson menggunakan metode MLE.
 - b. Menguji signifikansi parameter model regresi Poisson secara serentak dan parsial.
 - c. Menghitung nilai AIC model regresi Poisson.
 - d. Melakukan uji dispersi model regresi Poisson.
4. Menganalisis model regresi Binomial Negatif dengan langkah sebagai berikut.
 - a. Penaksiran parameter model Binomial Negatif dengan metode *MLE*.
 - b. Menguji signifikansi parameter model Binomial Negatif secara serentak dan parsial.

- c. Menghitung nilai AIC model Binomial Negatif.
- 5. Memodelkan GWNBR untuk kasus TBC di Provinsi Jawa Barat pada tahun 2012, dengan langkah-langkah sebagai berikut.
 - a. Uji *Breusch-Pagan* untuk melihat heterogenitas spasial data dan uji Moran I untuk menguji dependensi spasial data.
 - b. Menghitung jarak *Euclidean* antar lokasi pengamatan berdasarkan posisi geografis.
 - c. Mendapatkan *bandwidth* optimal untuk setiap lokasi pengamatan dengan menggunakan *Cross Validation (CV)*.
 - d. Menghitung matrik pembobot dengan menggunakan fungsi kernel *adaptive bisquare*.
 - e. Melakukan pengujian kesamaan model GWNBR dengan regresi Binomial Negatif dan pengujian signifikansi parameter model secara serentak maupun parsial.
 - f. Melakukan intepretasi model GWNBR yang didapatkan dan membentuk peta pengelompokkan.

Tahapan analisis data selengkapnya disajikan pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Analisis Data

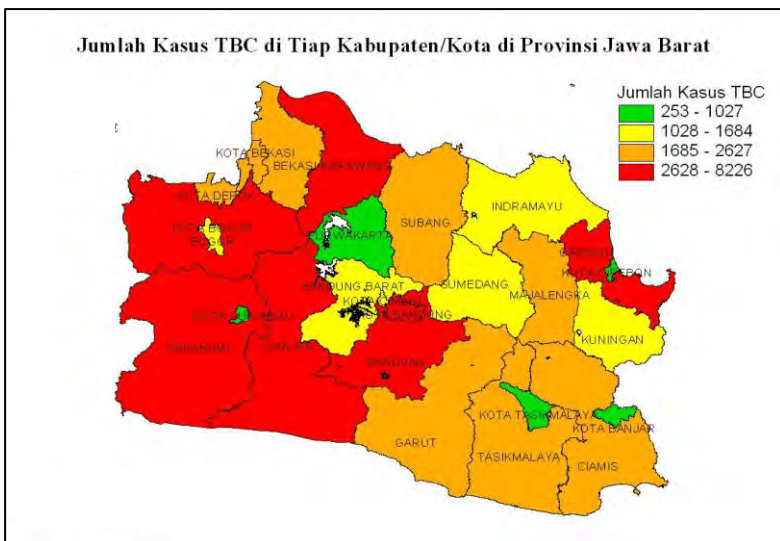
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas beberapa hal untuk menjawab rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu mengenai karakteristik jumlah kasus TBC di Jawa Barat pada tahun 2012 dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya menggunakan statistika deskriptif dan pemodelan jumlah kasus TBC menggunakan metode GWNBR. Bagian awal disajikan tentang deskripsi penyebaran jumlah kasus TBC dan karakteristik faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya.

4.1 Karakteristik Jumlah Kasus TBC Tahun 2012 di Provinsi Jawa Barat

Jawa Barat merupakan provinsi di Indonesia dengan jumlah kasus TBC terbanyak pertama. Pada tahun 2012, TBC di Jawa Barat mencapai 62.218 kasus dengan rata-rata sebanyak 2393 kasus. Berikut disajikan pemetaan jumlah kasus TBC di Provinsi Jawa Barat.

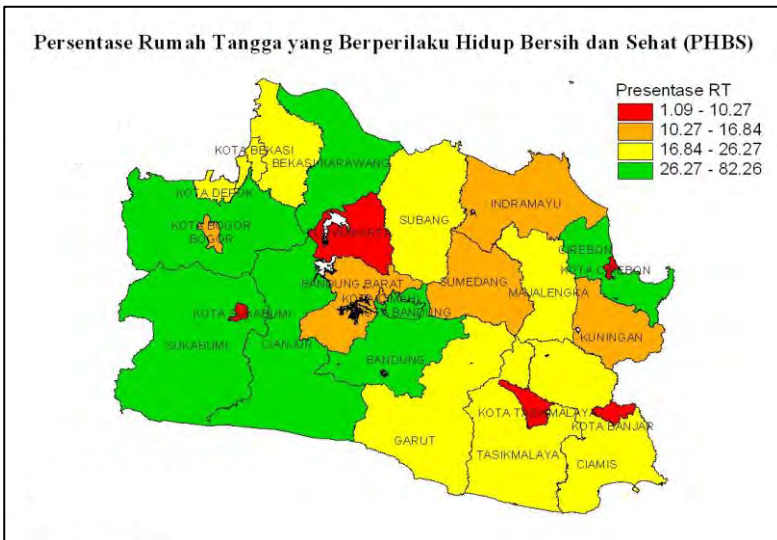


Gambar 4.1 Penyebaran Jumlah Kasus TBC di Provinsi Jawa Barat Tahun 2012

Dari 62.218 jumlah kasus TBC di Jawa Barat, Kabupaten Bogor memiliki jumlah kasus TBC paling banyak dengan jumlah 8226 kasus dan Kota Banjar memiliki jumlah kasus TBC paling sedikit dengan jumlah 253 kasus. Jumlah kasus TBC memiliki deviasi standar yang besar yaitu 1814,3652 karena terdapat perbedaan yang signifikan antara jumlah kasus TBC tiap kabupaten/kota.

4.1.1 Persentase Rumah Tangga yang Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS)

Diperlukan untuk menjaga kebersihan badan, pakaian, dan lingkungan. Penyakit menular seperti TBC mudah menular dalam lingkungan buruk dengan tingkat sanitasi rendah. Oleh karena itulah, selain menjaga kebersihan diri, harus menjaga kebersihan lingkungan sekitar. Persentase rata-rata rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat di Jawa Barat adalah sebesar 23,875% dengan deviasi standar sebesar 18,214%.



Gambar 4.2 Persentase Rumah Tangga yang Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) di Provinsi Jawa Barat Tahun 2012

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat diketahui kabupaten/kota yang memiliki persentase PHBS yang rendah adalah Kota Banjar, Kabupaten Purwakarta, Kota Cirebon, dan Kota Sukabumi dengan persentase antara 1,09% sampai dengan 9,68%. Kota Banjar memiliki persentase PHBS paling rendah dengan persentase sebesar 1,09% dan Kabupaten Bogor memiliki persentase PHBS paling tinggi dengan persentase sebesar 82,26%.

4.1.2 Persentase Rumah Tangga yang Memiliki Akses Air Bersih

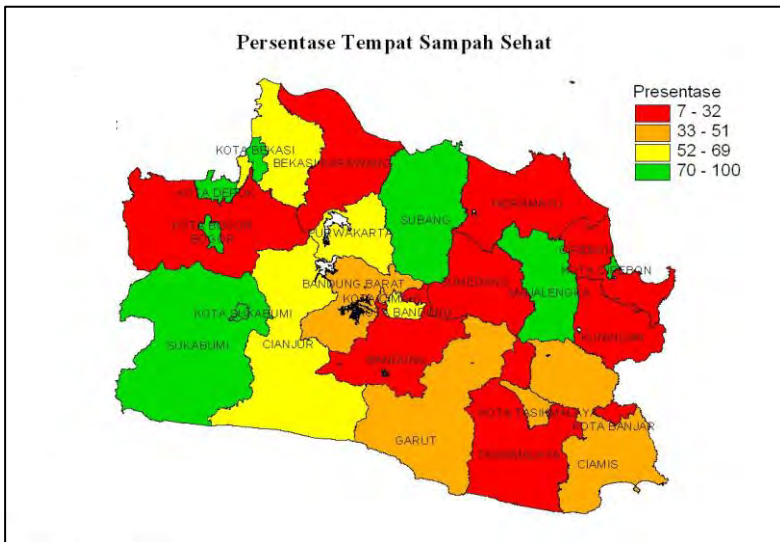
Air adalah kebutuhan dasar untuk kehidupan manusia, terutama untuk digunakan sebagai air minum, memasak makanan, mencuci, mandi dan kakus. Kini kualitas air di sebagian wilayah di Indonesia, terutama di daerah perkotaan mengalami penurunan kualitas, hingga sumber air tersebut tidak dapat lagi di gunakan sebagai sumber air bersih karena kualitasnya sudah tidak memenuhi standar kualitas air bersih yang layak digunakan. Rata-rata persentase rumah tangga yang memiliki akses air bersih di Provinsi Jawa Barat adalah sebesar 63,102% dengan deviasi standar sebesar 16,772%. Berikut ini disajikan penyebaran persentase rumah tangga yang memiliki akses air bersih di tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat.

Berdasarkan Gambar 4.3 kabupaten/kota dengan persentase rumah tangga yang memiliki sumber air bersih yang rendah adalah Kota Bekasi dan Kota Cimahi dengan masing-masing persentasenya adalah sebesar 18,24 dan 27,41. Sedangkan persentase terbesar adalah Kota Banjar dengan persentase sebesar 88,08%.

4.1.3 Persentase Rumah Tangga yang Memiliki Tempat Sampah Sehat

Sampah merupakan sisa hasil kegiatan manusia, yang keberadaannya banyak menimbulkan masalah apabila tidak dikelola dengan baik. Salah satu pengelolaan sampah adalah dengan cara membuangnya di tempat sampah. Namun tempat sampah yang dimaksud adalah tempat sampah yang sehat. Rata-rata persentase rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat adalah sebesar 52,12% dengan deviasi standar sebesar 29,55%.

Berikut disajikan pemetaan persentase rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat.



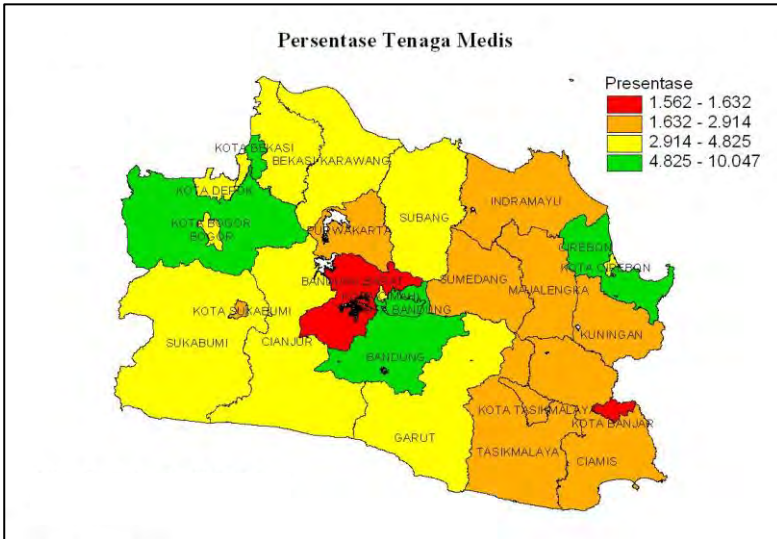
Gambar 4.4 Persentase Rumah Tangga yang Memiliki Tempat Sampah Sehat di Provinsi Jawa Barat Tahun 2012

Gambar 4.4 merepresentasikan bahwa kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat dengan persentase yang rendah adalah Kabupaten Kuningan, Kota Banjar, dan Kabupaten Bandung dengan persentase masing-masing adalah sebesar 6,51%; 9,81%; dan 9,08%. Sedangkan rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat dengan persentase terbesar adalah Kota Bogor yaitu mencapai 100%.

4.1.4 Persentase Tenaga Medis

Tenaga medis adalah tenaga ahli kedokteran dengan fungsi utamanya adalah memberikan pelayanan medis kepada pasien dengan mutu sebaik-baiknya dengan menggunakan tata cara dan teknik berdasarkan ilmu kedokteran dan etik yang berlaku serta dapat dipertanggungjawabkan. Adanya tenaga medis diharapkan adanya penekanan jumlah penyakit TBC. Rata-rata persentase

tenaga medis di Provinsi Jawa Barat adalah sebesar 3,8462% dengan deviasi standar sebesar 1,8311%. Berikut disajikan pemetaan persentase tenaga medis di tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat.



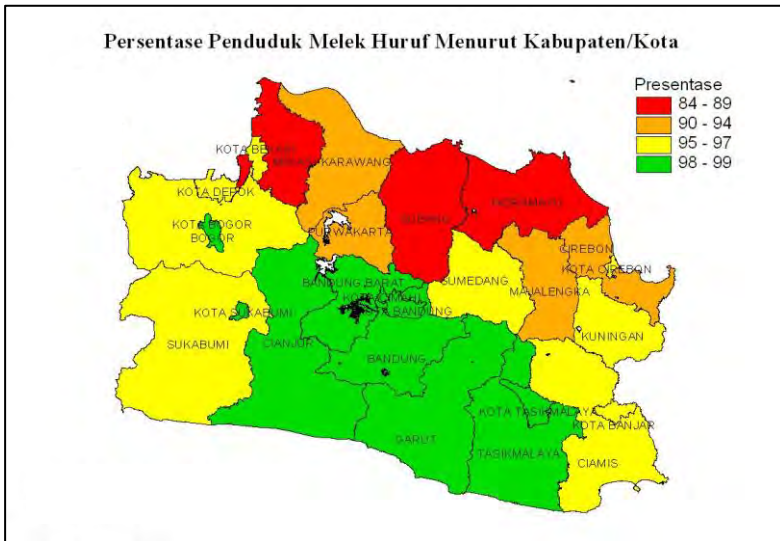
Gambar 4.5 Persentase Tenaga Medis di Provinsi Jawa Barat Tahun 2012

Dari Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa persentase tenaga medis di tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat masih relatif kecil dengan rentang antara 1,56% sampai 10,05%. Kabupaten dengan persentase tenaga medis paling kecil adalah Kabupaten Bandung Barat dengan persentase sebesar 1,56%. Sedangkan persentase paling besar adalah di Kabupaten Bogor dengan persentase sebesar 10,05%.

4.1.5 Persentase Penduduk Melek Huruf Menurut Kabupaten/Kota

Melek huruf merupakan salah satu indikator pendidikan. Diharapkan dengan pendidikan yang tinggi maka tindakan preventif dan pengetahuan terhadap penyakit TBC dapat ditingkatkan. Rata-rata persentase penduduk melek huruf di

Provinsi Jawa Barat adalah sebesar 95,41% dengan deviasi standar sebesar 3,759%. Berikut disajikan pemetaan persentase penduduk melek huruf menurut kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat.



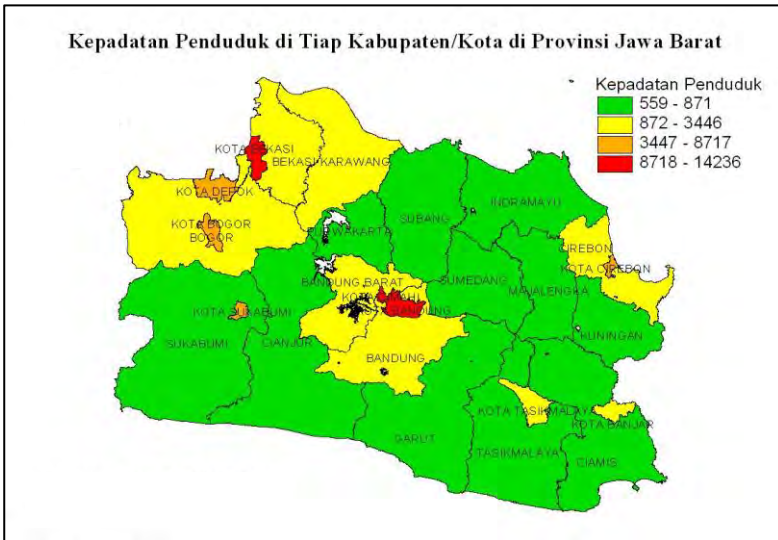
Gambar 4.6 Persentase Penduduk Melek Huruf
di Provinsi Jawa Barat Tahun 2012

Secara umum, persentase penduduk melek huruf di tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat relatif tinggi dengan rentang antara 84,2% hingga 99,42%. Persentase paling kecil adalah di Kabupaten Indramayu dengan persentase sebesar 84,2% dan persentase paling besar adalah di Kota Cimahi dengan persentase sebesar 99,42%.

4.1.6 Kepadatan Penduduk

Kepadatan penduduk yang tidak seimbang dengan luas wilayah memunculkan area yang sifatnya kumuh tidak beraturan yang terdapat di kota dengan segala masalah kesehatan masyarakat. Penyakit menular seperti TBC mudah menular dalam lingkungan yang buruk dengan sanitasi rendah. Sehingga semakin

banyak kepadatan penduduk suatu daerah maka semakin besar peluang tersebarnya kasus TBC.



Gambar 4.7 Kepadatan Penduduk di Provinsi Jawa Barat Tahun 2012

Berdasarkan Gambar 4.7 dapat diketahui bahwa rata-rata kepadatan di Provinsi Jawa Barat adalah sebesar 3.513 jiwa/km² dengan deviasi standar sebesar 4.241 jiwa/km². Kota Bandung, Kota Bekasi, dan Kota Bogor adalah kota dengan tingkat kepadatan yang tertinggi di Provinsi Jawa Barat dengan kepadatan masing-masing sebesar 14.236 jiwa/km², 13.135 jiwa/km², dan 10.932 jiwa/km² sedangkan kepadatan paling rendah adalah di Kabupaten Ciamis dengan kepadatan sebesar 559 jiwa/km².

4.2 Pemodelan Jumlah Kasus TBC di Provinsi Jawa Barat Tahun 2012

4.2.1 Pemeriksaan Multikolinieritas

Sebelum melakukan analisis menggunakan metode Regresi Poisson, Regresi Binomial Negatif, dan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR) maka dilakukan

pengujian multikolinieritas terhadap data yang digunakan untuk mengetahui apakah diantara variabel prediktor tidak memiliki korelasi yang tinggi. Ada beberapa cara untuk mendeteksi adanya kasus multikolinieritas, yaitu dengan melihat koefisien korelasi Pearson (r_{ij}) dan nilai VIF (*Variance Inflation Factor*). Berikut ini merupakan koefisien korelasi antara variabel prediktor.

Tabel 4.1 Koefisien Korelasi antara Variabel Prediktor

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
X_2	-0,0765736				
X_3	-0,186206	-0,1986408			
X_4	0,8001262	-0,1957808	0,0666415		
X_5	0,0576171	-0,2642779	0,1609861	-0,0576408	
X_6	0,0971088	-0,3788458	0,4381571	0,2880681	0,403441

Jika koefisien korelasi Pearson (r_{ij}) antar variabel prediktor lebih dari 0,95 maka diduga terdapat kasus multikolinieritas. Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa semua variabel prediktor memiliki koefisien korelasi Pearson yang kurang dari 0,95 yang artinya tidak terdapat kasus multikolinieritas.

Tabel 4.2 Nilai VIF dari Variabel Prediktor

Variabel Prediktor	VIF
X_1	3,755
X_2	1,225
X_3	1,417
X_4	4,026
X_5	1,438
X_6	1,763

Jika nilai VIF yang lebih dari 10 maka dapat disimpulkan terdapat kasus multikolinieritas. Berdasarkan Tabel 4.2

menunjukkan nilai VIF dari masing-masing variabel prediktor memiliki nilai yang kurang dari 10, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat kasus multikolinieritas. Sehingga dapat dilanjutkan ke pemodelan regresi Poisson dan Binomial Negatif.

4.2.2 Pemodelan Regresi Poisson

Setelah dilakukan pemeriksaan kasus multikolinieritas antara variabel prediktor dilanjutkan pada pemodelan regresi Poisson. Data jumlah kasus TBC diasumsikan berdistribusi Poisson karena merupakan data diskrit (*count*). Berikut ini merupakan estimasi parameter model regresi Poisson.

Tabel 4.3 Estimasi Parameter Model Regresi Poisson

	<i>Estimate</i>	<i>Std.Error</i>	<i>Z Value</i>	<i>P Value</i>
<i>(Intercept)</i>	7,6126	0,0046	1.669,63	<2x10 ^{-16*}
ZX1	0,631	0,0077	81,839	<2x10 ^{-16*}
ZX2	-0,0521	0,0052	-10,098	<2x10 ^{-16*}
ZX3	0,0509	0,0056	9,246	<2x10 ^{-16*}
ZX4	-0,1333	0,0074	-17,888	<2x10 ^{-16*}
ZX5	-0,0549	0,0054	-10,206	<2x10 ^{-16*}
ZX6	-0,0218	0,0046	-2,773	0,00556 [*]
Deviance : 2.828,6			DF : 19	
AIC : 3.086,4				

*) signifikan dengan taraf nyata 20%

Pengujian serentak signifikansi parameter model regresi Poisson bertujuan untuk mengetahui apakah secara serentak variabel prediktor memberikan pengaruh terhadap variabel respon. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_6 = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_k \neq 0 ; k = 1, 2, \dots, 6$$

Berdasarkan hasil pengujian dengan taraf signifikansi 20% didapatkan $\chi^2_{(6;0,20)}$ sebesar 8,55806 yang artinya lebih kecil dari nilai Deviance (2.828,6) sehingga tolak H_0 yang berarti paling sedikit ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Sehingga perlu dilanjutkan pada pengujian secara parsial dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_k \neq 0 ; k = 1, 2, \dots, 6$$

Berdasarkan hasil pengujian secara individu dengan taraf signifikansi 20% didapatkan $z_{(0,20/2)}$ sebesar 1,29 yang artinya bahwa semua variabel prediktor dalam model secara individu memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah kasus TBC di Provinsi Jawa Barat. Sehingga didapatkan model regresi Poisson sebagai berikut.

$$\ln(\hat{\mu}) = 7,6126 + 0,631 \text{ ZX1} - 0,0521 \text{ ZX2} + 0,0509 \text{ ZX3} - 0,1333 \text{ ZX4} \\ - 0,0549 \text{ ZX5} - 0,0218 \text{ ZX6}$$

$$\ln(\hat{\mu}) = 7,6096 + 0,631 \frac{(X1 - 23,8746)}{18,2137} - 0,0521 \frac{(X2 - 63,1019)}{16,7716} \\ + 0,0509 \frac{(X3 - 52,1242)}{29,5509} - 0,1333 \frac{(X4 - 3,8462)}{1,8311} \\ - 0,0549 \frac{(X5 - 95,4123)}{3,7590} - 0,0218 \frac{(X5 - 3512,8462)}{4241,2691}$$

$$\ln(\hat{\mu}) = 4,8081 + 0,0346 X1 - 0,00311 X2 + 0,00172 X3 - 0,0728 X4 \\ - 0,0146 X5 - 0,0000051 X6$$

Berdasarkan model regresi Poisson yang terbentuk dapat disimpulkan bahwa setiap penambahan 1 persen rumah tangga yang memiliki air bersih (X_2) maka akan mengurangi rata-rata jumlah kasus TBC sebesar $\exp(0,00311) = 0,9969 \approx 1$ kasus dengan asumsi variabel lain konstan. Setiap penambahan 1 persen tenaga medis tiap di kabupaten/kota di Jawa Barat (X_4) maka

akan mengurangi rata-rata jumlah kasus TBC sebesar $\exp(0,0728) = 0,9298 \approx 1$ kasus dengan asumsi variabel lain konstan. Setiap penambahan 1 persen penduduk melek huruf tiap di kabupaten/kota di Jawa Barat (X_5) maka akan mengurangi rata-rata jumlah kasus TBC sebesar $\exp(0,0146) = 0,9999 \approx 1$ kasus dengan asumsi variabel lain konstan.

4.2.3 Pemeriksaan Overdispersi

Regresi Poisson memiliki ciri bahwa nilai mean sama dengan varians yang disebut *equidispersion* tetapi pada kasus jumlah kasus TBC terjadi kasus overdispersi. Untuk mendeteksi keberadaan *overdispersion* adalah nilai *deviance* pada model regresi Poisson dibagi dengan derajat bebasnya. Nilai deviance model regresi Poisson sebesar 2.828,6 dengan derajat bebas 19 sehingga rasio nilai devians dengan derajat bebasnya bernilai 148,8737. Nilai tersebut lebih besar dari angka 1 yang artinya data jumlah kasus TBC mengalami kasus *overdispersion*. Regresi Poisson tidak sesuai untuk kasus overdispersi karena akan menghasilkan estimasi parameter yang bias dan tidak efisien.

Distribusi yang sering digunakan untuk kasus *overdispersion* adalah Binomial Negatif. Langkah awal dalam pemodelan regresi Binomial Negatif adalah penentuan nilai initial θ yang bertujuan untuk meminimumkan parameter dispersi sehingga dapat mengatasi kasus overdispersi. Initial θ didapatkan melalui hasil *trial-error* sehingga didapatkan rasio nilai devians dengan derajat bebasnya bernilai 1 yang artinya tidak terdapat kasus overdispersi. Berikut ini hasil *trial-error* initial θ .

Tabel 4.4 Nilai Initial θ

Initial θ	Deviance	DF	Deviance/DF
11	18,762	19	0,9874
12	20,446	19	1,0761
11,5	19,604	19	1,0318
11,141	19	19	1

Berdasarkan hasil *trial-error* initial θ didapatkan initial θ yang memiliki rasio nilai devians dengan derajat bebasnya bernilai 1 adalah sebesar 11,141 sehingga dilakukan pemodelan regresi Binomial Negatif dengan initial θ sebesar 11,141.

4.2.4 Pemodelan Regresi Binomial Negatif

Setelah didapatkan initial θ maka dilakukan pemodelan regresi Binomial Negatif. Berikut ini merupakan estimasi parameter model regresi Binomial Negatif.

Tabel 4.5 Estimasi Parameter Model Regresi Binomial Negatif

	<i>Estimate</i>	<i>Std.Error</i>	<i>t Value</i>	<i>P Value</i>
<i>(Intercept)</i>	7,5743	0,0526	143,886	<2x10 ^{-16*}
ZX1	0,7407	0,1039	7,125	8,96E-07*
ZX2	-0,1264	0,0594	-2,126	0,0468*
ZX3	0,0922	0,0639	1,442	0,1654*
ZX4	-0,0872	0,1076	-0,81	0,4279
ZX5	-0,0868	0,0644	-0,1349	0,1933*
ZX6	-0,0651	0,0712	-0,915	0,3718
Deviance : 19			DF : 19	
AIC : 410,82				

*) signifikan dengan taraf nyata 20%

Pengujian serentak signifikansi parameter model regresi Binomial Negatif bertujuan untuk mengetahui apakah secara serentak variabel prediktor memberikan pengaruh terhadap variabel respon. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_6 = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_k \neq 0 ; k = 1, 2, \dots, 6$$

Berdasarkan hasil pengujian dengan taraf signifikansi 20% didapatkan $\chi^2_{(6;0,20)}$ sebesar 8,55806 yang artinya lebih kecil dari nilai Deviance (19) sehingga tolak H_0 yang berarti paling sedikit

ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Sehingga perlu dilanjutkan pada pengujian secara parsial dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_k \neq 0 ; k=1,2,...,6$$

Berdasarkan hasil pengujian secara individu, dari delapan variabel hanya terdapat empat variabel prediktor yang signifikan, yaitu persentase rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) (X_1), persentase rumah tangga yang memiliki akses air bersih (X_2), persentase rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat (X_3), dan persentase penduduk melek huruf (X_5). Dari nilai AIC dan nilai devians kedua model dapat disimpulkan bahwa model regresi Binomial Negatif lebih baik daripada model regresi Poisson karena menghasilkan nilai AIC dan nilai devians yang lebih kecil. Berikut ini merupakan model regresi Binomial Negatif.

$$\ln(\hat{\mu}) = 7,5743 + 0,7407 ZX1 - 0,1264 ZX2 + 0,0922 ZX3 - 0,0872 ZX4 \\ - 0,0868 ZX5 - 0,0651 ZX6$$

$$\ln(\hat{\mu}) = 7,5743 + 0,7407 \frac{(X1 - 23,8746)}{18,2137} - 0,1264 \frac{(X2 - 63,1019)}{16,7716} \\ + 0,0922 \frac{(X3 - 52,1242)}{29,5509} - 0,0872 \frac{(X4 - 3,8462)}{1,8311} \\ - 0,0868 \frac{(X5 - 95,4123)}{3,7590} - 0,0651 \frac{(X6 - 3512,8462)}{4241,2691}$$

$$\ln(\hat{\mu}) = 3,5249 + 0,0407 X1 - 0,00754 X2 + 0,00312 X3 - 0,04762 X4 \\ - 0,0231 X5 - 0,000015 X6$$

Berdasarkan model regresi Binomial Negatif yang terbentuk dapat disimpulkan bahwa setiap penambahan 1 persen rumah tangga yang air bersih (X_2) maka akan mengurangi rata-rata jumlah kasus TBC sebanyak $\exp(0,00754) = 0,9925 \approx 1$ kasus dengan asumsi variabel lain konstan. Setiap penambahan 1 persen

penduduk melek huruf di tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat (X_5) maka akan mengurangi rata-rata jumlah kasus TBC sebanyak $\exp(0,0231) = 0,9772 \approx 1$ kasus dengan asumsi variabel lain konstan.

4.2.5 Pengujian Aspek Data Spasial

Apabila seseorang hidup dalam satu wilayah yang sama dengan seseorang yang menderita penyakit TBC maka orang tersebut akan beresiko tinggi untuk tertular penyakit tersebut. Selain itu, perbedaan karakteristik satu wilayah dengan wilayah lainnya seperti kemudahan akses layanan kesehatan yang berbeda-beda antara wilayah satu dengan wilayah lainnya menimbulkan dugaan bahwa terdapat pengaruh lokasi geografis suatu wilayah tertentu terhadap peningkatan jumlah kasus TBC di Provinsi Jawa Barat. Adanya perbedaan karakteristik antara satu titik pengamatan dengan titik pengamatan lainnya dapat dilihat dengan pengujian *Breusch-Pagan* dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_{26}^2 = \sigma^2 \text{ (varians antarlokasi sama)}$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 \text{ (varians antarlokasi berbeda)}$$

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai statistik uji *Breusch-Pagan* sebesar 9,3496 dengan *p-value* 0,1548. Dengan jumlah parameter 6 dan digunakan α sebesar 20% maka didapatkan $\chi^2_{(6,0,20)}$ sebesar 8,55806. Sehingga berdasarkan kedua kriteria (*p-value* dan nilai statistik uji *Breusch-Pagan*) didapatkan kesimpulan bahwa variansi antarlokasi tidak sama atau terdapat perbedaan karakteristik antara satu titik pengamatan dengan titik pengamatan lainnya.

Dependensi spasial menunjukkan bahwa pengamatan di suatu lokasi bergantung pada pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Pengujian dependensi spasial dapat dilakukan dengan Moran's I, dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : I = 0$ (tidak terdapat dependensi spasial)

$H_1 : I \neq 0$ (terdapat dependensi spasial)

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh *p-value* sebesar 0,4789 sehingga dengan taraf nyata 20% didapatkan kesimpulan bahwa tidak ada dependensi spasial yang artinya bahwa pengamatan suatu lokasi tidak bergantung pada pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Berdasarkan kesimpulan pengujian heterogenitas spasial yang menyatakan terdapat perbedaan karakteristik antara satu titik pengamatan dengan titik pengamatan lainnya dan hasil pengujian dependensi spasial yang menyatakan pengamatan suatu lokasi tidak bergantung pada pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan maka analisis dapat dilanjutkan pemodelan dengan menggunakan metode GWNBR.

Pemodelan GWNBR dilakukan dengan menambahkan pembobotan spasial. Pada penelitian ini pembobot yang digunakan adalah fungsi kernel *adaptive bisquare* karena setiap kota/kabupaten memiliki jumlah kasus TBC yang berbeda-beda sehingga setiap wilayah membutuhkan *bandwidth* yang berbeda-beda (Lampiran 16). Langkah selanjutnya yang perlu dilakukan adalah menentukan matriks pembobot, sebelum dilakukan pembentukan matriks pembobot maka perlu dicari jarak antar kabupaten/kota terlebih dahulu (lampiran 15). Setelah didapatkan jarak antar kabupaten/kota maka dapat dibentuk matriks pembobot untuk penaksiran parameter di kabupaten/kota Jawa Barat dengan cara memasukkan *bandwidth* dan jarak ke dalam fungsi kernel. Matriks pembobot dapat dilihat pada lampiran 16. Untuk melihat apakah metode GWNBR memiliki hasil lebih baik daripada Binomial Negatif maka dilakukan pengujian kesamaan model GWNBR dengan regresi Binomial Negatif.

4.2.6 Pemodelan GWNBR

Pemodelan jumlah kasus TBC menggunakan metode GWNBR diharapkan memiliki hasil yang lebih baik daripada menggunakan metode regresi Binomial Negatif sehingga dilakukan pengujian kesamaan model GWNBR dan regresi Binomial Negatif dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = \beta_k ; i=1,2,\dots,26 ; k=1,2,\dots,6$$

$$H_1 : \beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai F_{hit} sebesar 0,1987. Dengan menggunakan taraf nyata 10% didapatkan $F_{(0.1,19,19)}$ sebesar 1,8244 yang artinya bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara model Binomial Negatif dengan model GWNBR. Namun dalam penelitian ini dipilih model GWNBR sehingga dilanjutkan untuk pengujian parameter.

Pengujian signifikansi parameter model GWNBR terdiri dari uji serentak dan parsial. Pengujian signifikansi model GWNBR secara serentak bertujuan untuk mengetahui apakah secara serentak variabel prediktor memberikan pengaruh terhadap model. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \dots = \beta_6(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_k(u_i, v_i) \neq 0 ; k = 1,2,\dots,6$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai devians model GWNBR sebesar 95,6367. Dengan taraf nyata 20% didapatkan $\chi^2_{(0.20;6)}$ sebesar 8,55806 yang artinya bahwa paling tidak ada satu parameter model GWNBR yang signifikan berpengaruh maka perlu dilanjutkan dengan pengujian parsial dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq 0 ; j=1,2,\dots,26$$

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai z_{hit} yang berbeda-beda tiap lokasi. Berikut ini merupakan variabel-variabel yang signifikan di setiap lokasi.

Tabel 4.6 Estimasi Parameter Model GWNBR

No.	Kabupaten / Kota	Variabel yang Signifikan
1	Bogor	X1,X3,X5,X6
2	Sukabumi	X1,X3,X5,X6
3	Cianjur	X1
4	Bandung	X1
5	Garut	X1
6	Tasikmalaya	X1
7	Ciamis	X1
8	Kuningan	X1
9	Cirebon	X1
10	Majalengka	X1
11	Sumedang	X1
12	Indramayu	X1
13	Subang	X1,X3,X4,X5,X6
14	Purwakarta	X1,X4,X5,X6
15	Karawang	X1,X3,X4,X5,X6
16	Bekasi	X1,X3,X5,X6
17	Bandung Barat	X1,X4,X5,X6
18	Kota Bogor	X1,X4,X5,X6
19	Kota Sukabumi	X1,X3,X5,X6
20	Kota Bandung	X1,X3,X4,X5,X6
21	Kota Cirebon	X1
22	Kota Bekasi	X1,X4,X5
23	Kota Depok	X1,X4,X5,X6
24	Kota Cimahi	X1,X4,X5,X6
25	Kota Tasikmalaya	X1
26	Kota Banjar	X1

Berdasarkan Tabel 4.6 didapatkan hasil pengelompokkan sebanyak 5 kelompok berdasarkan variabel yang signifikan. Variabel yang signifikan memberi pengaruh jumlah kasus TBC di semua kabupaten/kota adalah variabel X_1 yaitu persentase rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS). Berikut ini merupakan Tabel pengelompokkan kabupaten/ kota berdasarkan variabel yang signifikan.

Tabel 4.7 Pengelompokkan Kabupaten/Kota Di Provinsi Jawa Barat

No.	Kabupaten/ Kota	Variabel yang Signifikan
1	Cianjur, Bandung, Garut, Tasikmalaya, Ciamis, Kuningan, Cirebon, Majalengka, Sumedang, Indramayu, Kota Cirebon, Kota Tasikmalaya, Kota Banjar	X_1
2	Subang, Karawang, Kota Bandung	X_1, X_3, X_4, X_5, X_6
3	Bogor, Sukabumi, Bekasi, Kota Sukabumi	X_1, X_3, X_5, X_6
4	Kota Bekasi	X_1, X_4, X_5
5	Purwakarta, Bandung Barat, Kota Bogor, Kota Depok, Kota Cimahi	X_1, X_4, X_5, X_6

Pengelompokan wilayah kabupaten/ kota di Provinsi Jawa Barat berdasarkan variabel yang signifikan disajikan Gambar 4.8

1,64 sehingga dapat diketahui variabel yang signifikan di Kota Bekasi adalah X_1 , X_4 , X_5 sehingga dapat dibentuk model sebagai berikut.

$$\ln(\widehat{\mu_{22}}) = -0,0562 - 0,00002 ZX1 + 0,07374 ZX2 + 0,19414 ZX3 \\ - 0,1577 ZX4 - 0,1463 ZX5 - 0,1571 ZX6$$

$$\ln(\widehat{\mu_{22}}) = -0,0562 - 0,00002 \left(\frac{X_1 - 23,875}{18,214} \right) + 0,07374 \left(\frac{X_2 - 63,102}{16,7716} \right) \\ + 0,19414 \left(\frac{X_3 - 52,124}{29,551} \right) - 0,1577 \left(\frac{X_4 - 3,8462}{1,8311} \right) \\ - 0,1463 \left(\frac{X_5 - 95,41}{3,759} \right) - 0,1571 \left(\frac{X_6 - 3512,8462}{4241,2691} \right)$$

$$\ln(\widehat{\mu_{22}}) = 3,4981 - 0,00000123 X1 + 0,00439 X2 + 0,00657 X3 \\ - 0,086123 X4 - 0,03892 X5 - 0,00003703 X6$$

Berdasarkan dari variabel yang signifikan dari model yang terbentuk di Kota Bekasi dapat disimpulkan bahwa setiap pertambahan 1 persen rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) (X_1) maka akan mengurangi rata-rata jumlah kasus TBC sebesar $\exp(0,000001098) = 0,9999 \approx 1$ kasus dengan asumsi variabel lain konstan. Hal ini sesuai dengan semakin banyak rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat maka akan membantu pencegahan penyakit TBC. Setiap pertambahan 1 persen tenaga medis (X_4) maka akan mengurangi rata-rata jumlah kasus TBC sebesar $\exp(0,0861231) = 1,392703 \approx 2$ kasus dengan asumsi variabel lain konstan. Setiap pertambahan 1 persen penduduk melek huruf (X_5) maka akan mengurangi rata-rata jumlah kasus TBC sebesar $\exp(0,03892) = 0,961828 \approx 1$ kasus dengan asumsi variabel lain konstan. Hal ini sesuai karena dengan meningkatnya penduduk yang melek huruf maka diharapkan ada peningkatan pengetahuan terhadap penyakit TBC sehingga kasus TBC diharapkan bisa berkurang.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada tahun 2012 Kabupaten Bogor memiliki jumlah kasus TBC paling banyak dan Kota Banjar memiliki jumlah kasus TBC paling sedikit di Provinsi Jawa Barat. Persentase rumah tangga yang berilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) dengan persentase terbanyak adalah Kabupaten Bogor sedangkan persentase paling sedikit adalah Kota Banjar. Kota Banjar memiliki persentase rumah tangga yang memiliki akses air bersih terbanyak sedangkan persentase paling sedikit adalah Kota Bekasi. Persentase rumah tangga yang memiliki tempat sampah sehat terbesar adalah Kota Bogor sedangkan yang paling kecil adalah Kabupaten Kuningan. Persentase tenaga medis di tiap kabupaten/kota masih relatif kecil namun Kabupaten Bogor memiliki persentase terbesar dan Kabupaten Bandung Barat memiliki persentase terkecil. Secara umum, persentase penduduk melek huruf di tiap kabupaten/kota relatif tinggi. Kabupaten Indramayu memiliki persentase penduduk melek huruf terkecil sedangkan Kota Cimahi memiliki persentase yang besar. Dengan meningkatnya penduduk yang melek huruf maka diharapkan ada peningkatan pengetahuan terhadap penyakit TBC sehingga kasus TBC diharapkan bisa berkurang. Kota Bandung merupakan kota dengan kepadatan tertinggi di Jawa Barat disusul dengan Kota Cimahi dan Kota Bekasi. Kabupaten/kota yang memiliki kepadatan penduduk yang tinggi mempunyai peluang meningkatnya penyakit menular salah satunya adalah TBC.

2. Berdasarkan hasil pemodelan GWNBR dengan fungsi pembobot kernel *adaptive bisquare* didapatkan pengelompokan sebanyak 5 kelompok berdasarkan variabel-variabel yang signifikan. Kelompok pertama adalah Kab.Cianjur, Kab.Bandung, Kab.Garut, Kab.Tasikmalaya, Kab.Ciamis, Kab.Kuningan, Kab.Cirebon, Kab.Majalengka, Kab.Sumedang, Kab.Indramayu, Kota Cirebon, Kota Tasikmalaya, dan Kota Banjar. Kelompok kedua adalah Kab.Subang, Kab.Karawang, dan Kota Bandung. Kelompok ketiga adalah Kab.Bogor, Kab.Sukabumi, Kab.Bekasi, dan Kota Sukabumi. Kelompok keempat adalah Kota Bekasi sedangkan kelompok kelima adalah Kab.Purwakarta, Kab.Bandung Barat, Kota Bogor, Kota Depok, dan Kota Cimahi. Faktor yang mempengaruhi jumlah kasus TBC di semua kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat adalah persentase rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS).

5.2 Saran

Terdapat beberapa saran dari hasil penelitian, yaitu sebagai berikut.

1. Berdasarkan model GWNBR didapatkan pengelompokkan menurut variabel yang signifikan tiap wilayah sehingga diharapkan kedepannya ada pengurangan rata-rata jumlah kasus TBC dengan cara mengimplementasikan pola hidup berdasarkan variabel yang berpengaruh signifikan di tiap lokasi.
2. Penambahan variabel prediktor yang memberikan pengaruh meningkatnya jumlah kasus TBC di Provinsi Jawa Barat.
3. Pemilihan tingkat signifikansi α yang lebih kecil.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Jumlah Kasus TBC di Provinsi Jawa Barat Tahun 2012	55
Lampiran 2.	Persentase Rumah Tangga yang Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS)	56
Lampiran 3.	Persentase Rumah Tangga yang Memiliki Akses Air Bersih	57
Lampiran 4.	Persentase Rumah Tangga yang Memiliki Tempat Sampah Sehat	58
Lampiran 5.	Persentase Tenaga Medis	59
Lampiran 6.	Persentase Penduduk Melek Huruf	60
Lampiran 7.	Kepadatan Penduduk.....	61
Lampiran 8.	Koordinat Lintang dan Bujur	62
Lampiran 9.	Nilai VIF untuk X_1	63
Lampiran 10.	Nilai VIF untuk X_2	63
Lampiran 11.	Nilai VIF untuk X_3	64
Lampiran 12.	Nilai VIF untuk X_4	64
Lampiran 13.	Nilai VIF untuk X_5	65
Lampiran 14.	Nilai VIF untuk X_6	65
Lampiran 15.	Jarak antar Kabupaten/ Kota.....	66
Lampiran 16.	Nilai Bandwidth tiap Lokasi	67
Lampiran 17.	Matrik Pembobot Geografis.....	68
Lampiran 18.	Syntax Program R untuk Jarak, Pembobot, Regresi Poisson, Regresi Binomial Negatif, dan Pengujian Spasial.....	69
Lampiran 19.	Syntax Program R untuk Estimasi Parameter Model GWNBR.....	71
Lampiran 20.	<i>Output</i> Regresi Poisson.....	73
Lampiran 21.	<i>Output</i> Regresi Binomial Negatif	74
Lampiran 22.	Estimasi Parameter Model GWNBR	75
Lampiran 23.	Nilai Z Hitung Parameter Model GWNBR	76

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Jumlah Kasus TBC di Provinsi Jawa Barat Tahun 2012

No	Kabupaten/Kota	Jumlah Kasus TBC (Y)
1	Bogor	8226
2	Sukabumi	2992
3	Cianjur	3303
4	Bandung	5591
5	Garut	2627
6	Tasikmalaya	1737
7	Ciamis	1973
8	Kuningan	1684
9	Cirebon	3323
10	Majalengka	1825
11	Sumedang	1496
12	Indramayu	1619
13	Subang	1778
14	Purwakarta	676
15	Karawang	2863
16	Bekasi	2039
17	Bandung Barat	1403
18	Kota Bogor	1434
19	Kota Sukabumi	968
20	Kota Bandung	6274
21	Kota Cirebon	778
22	Kota Bekasi	2547
23	Kota Depok	2546
24	Kota Cimahi	1236
25	Kota Tasikmalaya	1027
26	Kota Banjar	253

LAMPIRAN 2. Persentase Rumah Tangga yang Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS)

No	Kabupaten/Kota	X₁
1	Bogor	82.2600
2	Sukabumi	29.9200
3	Cianjur	33.0300
4	Bandung	55.9100
5	Garut	26.2700
6	Tasikmalaya	17.3700
7	Ciamis	19.7300
8	Kuningan	16.8400
9	Cirebon	33.2300
10	Majalengka	18.2500
11	Sumedang	14.9600
12	Indramayu	16.1900
13	Subang	17.7800
14	Purwakarta	6.7600
15	Karawang	28.6300
16	Bekasi	20.3900
17	Bandung Barat	14.0300
18	Kota Bogor	14.3400
19	Kota Sukabumi	9.6800
20	Kota Bandung	62.7400
21	Kota Cirebon	7.7800
22	Kota Bekasi	25.4700
23	Kota Depok	25.4600
24	Kota Cimahi	12.3600
25	Kota Tasikmalaya	10.2700
26	Kota Banjar	1.0900

**LAMPIRAN 3. Persentase Rumah Tangga yang Memiliki Akses
Air Bersih**

No	Kabupaten/Kota	X₂
1	Bogor	55.90
2	Sukabumi	45.54
3	Cianjur	61.76
4	Bandung	83.11
5	Garut	63.04
6	Tasikmalaya	47.44
7	Ciamis	59.53
8	Kuningan	71.38
9	Cirebon	81.18
10	Majalengka	71.01
11	Sumedang	75.93
12	Indramayu	61.69
13	Subang	79.21
14	Purwakarta	76.51
15	Karawang	65.18
16	Bekasi	63.21
17	Bandung Barat	35.99
18	Kota Bogor	71.19
19	Kota Sukabumi	66.83
20	Kota Bandung	61.53
21	Kota Cirebon	76.55
22	Kota Bekasi	18.24
23	Kota Depok	64.26
24	Kota Cimahi	27.41
25	Kota Tasikmalaya	68.95
26	Kota Banjar	88.08

LAMPIRAN 4. Persentase Rumah Tangga yang Memiliki Tempat Sampah Sehat

No	Kabupaten/Kota	X₃
1	Bogor	29.05
2	Sukabumi	75
3	Cianjur	68.54
4	Bandung	9.08
5	Garut	36.12
6	Tasikmalaya	28.4
7	Ciamis	50.3
8	Kuningan	6.51
9	Cirebon	24.13
10	Majalengka	73.98
11	Sumedang	32.01
12	Indramayu	14.85
13	Subang	90.06
14	Purwakarta	60.97
15	Karawang	19.35
16	Bekasi	66.02
17	Bandung Barat	51.19
18	Kota Bogor	100
19	Kota Sukabumi	83.59
20	Kota Bandung	57.68
21	Kota Cirebon	86.42
22	Kota Bekasi	89.48
23	Kota Depok	98.76
24	Kota Cimahi	45.18
25	Kota Tasikmalaya	48.75
26	Kota Banjar	9.81

LAMPIRAN 5. Persentase Tenaga Medis

No	Kabupaten/Kota	X₄
1	Bogor	10.0466
2	Sukabumi	3.7296
3	Cianjur	3.5664
4	Bandung	5.2214
5	Garut	3.6131
6	Tasikmalaya	2.4942
7	Ciamis	2.8904
8	Kuningan	2.3776
9	Cirebon	5.4779
10	Majalengka	2.7273
11	Sumedang	2.9138
12	Indramayu	2.6107
13	Subang	3.2867
14	Purwakarta	2.5874
15	Karawang	4.8252
16	Bekasi	4.5688
17	Bandung Barat	1.5618
18	Kota Bogor	4.2424
19	Kota Sukabumi	2.3776
20	Kota Bandung	5.3846
21	Kota Cirebon	4.0793
22	Kota Bekasi	7.2494
23	Kota Depok	4.5921
24	Kota Cimahi	3.3100
25	Kota Tasikmalaya	2.6340
26	Kota Banjar	1.6317

LAMPIRAN 6. Persentase Penduduk Melek Huruf

No	Kabupaten/Kota	X₅
1	Bogor	94.54
2	Sukabumi	96.79
3	Cianjur	97.5
4	Bandung	97.99
5	Garut	98.06
6	Tasikmalaya	97.7
7	Ciamis	96.44
8	Kuningan	95.49
9	Cirebon	90.97
10	Majalengka	94.42
11	Sumedang	96.08
12	Indramayu	84.2
13	Subang	89.1
14	Purwakarta	94.32
15	Karawang	90.76
16	Bekasi	88.66
17	Bandung Barat	97.92
18	Kota Bogor	97.71
19	Kota Sukabumi	98.28
20	Kota Bandung	99.27
21	Kota Cirebon	95
22	Kota Bekasi	97.24
23	Kota Depok	97.2
24	Kota Cimahi	99.42
25	Kota Tasikmalaya	98.83
26	Kota Banjar	96.83

LAMPIRAN 7. Kepadatan Penduduk

No	Kabupaten/Kota	X_6
1	Bogor	1592
2	Sukabumi	563
3	Cianjur	604
4	Bandung	1809
5	Garut	777
6	Tasikmalaya	620
7	Ciamis	559
8	Kuningan	871
9	Cirebon	1930
10	Majalengka	868
11	Sumedang	701
12	Indramayu	795
13	Subang	677
14	Purwakarta	861
15	Karawang	1112
16	Bekasi	2072
17	Bandung Barat	1131
18	Kota Bogor	8506
19	Kota Sukabumi	6101
20	Kota Bandung	14236
21	Kota Cirebon	7380
22	Kota Bekasi	10932
23	Kota Depok	8717
24	Kota Cimahi	13135
25	Kota Tasikmalaya	3446
26	Kota Banjar	1339

LAMPIRAN 8. Koordinat Lintang Bujur

No	Kabupaten/Kota	Lintang (U)	Bujur (V)
1	Bogor	6.33	106.60
2	Sukabumi	6.91	106.75
3	Cianjur	6.49	107.84
4	Bandung	6.80	107.86
5	Garut	7.01	107.99
6	Tasikmalaya	7.30	108.18
7	Ciamis	7.70	108.21
8	Kuningan	6.80	108.35
9	Cirebon	6.57	108.44
10	Majalengka	6.67	108.13
11	Sumedang	6.51	107.55
12	Indramayu	6.28	107.94
13	Subang	6.30	107.43
14	Purwakarta	6.35	107.35
15	Karawang	5.95	107.21
16	Bekasi	6.11	106.88
17	Bandung Barat	6.53	107.26
18	Kota Bogor	6.26	106.48
19	Kota Sukabumi	6.55	106.55
20	Kota Bandung	6.55	107.36
21	Kota Cirebon	6.41	108.33
22	Kota Bekasi	6.14	106.00
23	Kota Depok	6.22	106.49
24	Kota Cimahi	6.22	106.49
25	Kota Tasikmalaya	7.20	108.13
26	Kota Banjar	7.23	108.33

LAMPIRAN 9. Nilai VIF untuk X_1

The regression equation is

$$X1 = -101 + 0,066 X2 - 0,131 X3 + 8,69 X4 + 1,01 X5 - 0,000525 X6$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-100,96	63,07	-1,60	0,125	
X2	0,0660	0,1379	0,48	0,637	1,211
X3	-0,13079	0,07946	-1,65	0,115	1,248
X4	8,687	1,237	7,02	0,000	1,161
X5	1,0053	0,6316	1,59	0,127	1,276
X6	-0,0005246	0,0006474	-0,81	0,427	1,707

$$S = 10,5081 \quad R\text{-Sq} = 73,4\% \quad R\text{-Sq}(\text{adj}) = 66,7\%$$

$$\text{VIF untuk } X_1 = 1 / (1 - R_j^2) = 1 / (1 - 73,4\%) = \mathbf{3,755}$$

LAMPIRAN 10. Nilai VIF untuk X_2

The regression equation is

$$X2 = 157 + 0,172 X1 - 0,007 X3 - 2,65 X4 - 0,88 X5 - 0,00090 X6$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	156,9	102,1	1,54	0,140	
X1	0,1717	0,3585	0,48	0,637	3,713
X3	-0,0073	0,1365	-0,05	0,958	1,417
X4	-2,654	3,665	-0,72	0,477	3,923
X5	-0,882	1,063	-0,83	0,417	1,390
X6	-0,000902	0,001041	-0,87	0,397	1,699

$$S = 16,9420 \quad R\text{-Sq} = 18,4\% \quad R\text{-Sq}(\text{adj}) = 0,0\%$$

$$\text{VIF untuk } X2 = 1 / (1 - R_j^2) = 1 / (1 - 18,4\%) = \mathbf{1,225}$$

LAMPIRAN 11. Nilai VIF untuk X_3

The regression equation is

$$X_3 = -19 - 0,912 X_1 - 0,020 X_2 + 6,82 X_4 + 0,63 X_5 + 0,00233 X_6$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-19,1	176,8	-0,11	0,915	
X1	-0,9121	0,5542	-1,65	0,115	3,307
X2	-0,0196	0,3662	-0,05	0,958	1,225
X4	6,818	5,887	1,16	0,260	3,773
X5	0,627	1,765	0,36	0,726	1,429
X6	0,002332	0,001658	1,41	0,175	1,604

$$S = 27,7504 \quad R\text{-Sq} = 29,5\% \quad R\text{-Sq(adj)} = 11,8\%$$

$$VIF \text{ untuk } X_3 = 1 / (1 - R_j^2) = 1 / (1 - 29,5\%) = \mathbf{1,417}$$

LAMPIRAN 12. Nilai VIF untuk X_4

The regression equation is

$$X_4 = 12,6 + 0,0819 X_1 - 0,0096 X_2 + 0,00922 X_3 - 0,114 X_5 + 0,000089 X_6$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	12,607	5,862	2,15	0,044	
X1	0,08190	0,01166	7,02	0,000	1,084
X2	-0,00963	0,01329	-0,72	0,477	1,194
X3	0,009218	0,007959	1,16	0,260	1,328
X5	-0,11424	0,05987	-1,91	0,071	1,216
X6	0,00008850	0,00006075	1,46	0,161	1,594

$$S = 1,02034 \quad R\text{-Sq} = 75,2\% \quad R\text{-Sq(adj)} = 68,9\%$$

$$VIF \text{ untuk } X_4 = 1 / (1 - R_j^2) = 1 / (1 - 75,2\%) = \mathbf{4,026}$$

LAMPIRAN 13. Nilai VIF untuk X_5

The regression equation is

$$X_5 = 98,4 + 0,112 X_1 - 0,0377 X_2 + 0,0100 X_3 - 1,35 X_4 + 0,000392 X_6$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	98,412	3,869	25,44	0,000	
X1	0,11184	0,07027	1,59	0,127	3,333
X2	-0,03774	0,04548	-0,83	0,417	1,184
X3	0,01001	0,02815	0,36	0,726	1,409
X4	-1,3481	0,7065	-1,91	0,071	3,406
X6	0,0003915	0,0002012	1,95	0,066	1,483

$$S = 3,50504 \quad R\text{-Sq} = 30,4\% \quad R\text{-Sq}(\text{adj}) = 13,1\%$$

$$\text{VIF untuk } X_5 = 1 / (1 - R_j^2) = 1 / (1 - 30,4\%) = \mathbf{1,438}$$

LAMPIRAN 14. Nilai VIF untuk X_6

The regression equation is

$$X_6 = -37472 - 60,6 X_1 - 40,1 X_2 + 38,6 X_3 + 1084 X_4 + 406 X_5$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-37472	21166	-1,77	0,092	
X1	-60,59	74,78	-0,81	0,427	3,636
X2	-40,08	46,27	-0,87	0,397	1,181
X3	38,61	27,45	1,41	0,175	1,290
X4	1084,1	744,1	1,46	0,161	3,639
X5	406,4	208,9	1,95	0,066	1,209

$$S = 3571,18 \quad R\text{-Sq} = 43,3\% \quad R\text{-Sq}(\text{adj}) = 29,1\%$$

$$\text{VIF untuk } X_6 = 1 / (1 - R_j^2) = 1 / (1 - 29,1\%) = \mathbf{1,763}$$

LAMPIRAN 15. Jarak antar Kabupaten/ Kota

	1	2	3	...	25	26
1	0.0000	0.5991	1.2503	...	1.7601	1.9501
2	0.5991	0.0000	1.1681	...	1.4101	1.6121
3	1.2503	1.1681	0.0000	...	0.7669	0.8875
4	1.3448	1.1154	0.3106	...	0.4826	0.6370
5	1.5474	1.2440	0.5412	...	0.2360	0.4050
6	1.8540	1.4822	0.8785	...	0.1118	0.1655
7	2.1140	1.6600	1.2653	...	0.5064	0.4851
8	1.8120	1.6038	0.5968	...	0.4565	0.4305
9	1.8556	1.7239	0.6053	...	0.7021	0.6691
10	1.5673	1.4007	0.3413	...	0.5300	0.5946
11	0.9669	0.8944	0.2907	...	0.9014	1.0615
12	1.3409	1.3465	0.2326	...	0.9394	1.0269
13	0.8305	0.9135	0.4519	...	1.1402	1.2942
14	0.7503	0.8207	0.5096	...	1.1536	1.3171
15	0.7187	1.0645	0.8298	...	1.5521	1.7008
16	0.3561	0.8105	1.0325	...	1.6585	1.8322
17	0.6896	0.6360	0.5814	...	1.0981	1.2786
18	0.1389	0.7038	1.3793	...	1.8990	2.0889
19	0.2256	0.4118	1.2914	...	1.7085	1.9055
20	0.7912	0.7083	0.4837	...	1.0077	1.1846
21	1.7318	1.6572	0.4965	...	0.8149	0.8200
22	0.6294	1.0749	1.8730	...	2.3792	2.5724
23	0.1556	0.7374	1.3767	...	1.9105	2.0990
24	0.1556	0.7374	1.3767	...	1.9105	2.0990
25	1.7601	1.4101	0.7669	...	0.0000	0.2022
26	1.9501	1.6121	0.8875	...	0.2022	0.0000

LAMPIRAN 16. Nilai *Bandwidth* tiap Lokasi

No	Kabupaten/Kota	Bandwidth
1	Bogor	1.856
2	Sukabumi	1.657
3	Cianjur	1.377
4	Bandung	1.488
5	Garut	1.695
6	Tasikmalaya	2.006
7	Ciamis	2.269
8	Kuningan	1.948
9	Cirebon	1.981
10	Majalengka	1.701
11	Sumedang	1.099
12	Indramayu	1.451
13	Subang	1.294
14	Purwakarta	1.317
15	Karawang	1.662
16	Bekasi	1.762
17	Bandung Barat	1.279
18	Kota Bogor	1.993
19	Kota Sukabumi	1.89
20	Kota Bandung	1.185
21	Kota Cirebon	1.185
22	Kota Bekasi	2.478
23	Kota Depok	2.01
24	Kota Cimahi	2.01
25	Kota Tasikmalaya	1.91
26	Kota Banjar	2.098

LAMPIRAN 17. Matrik Pembobot Geografis

	1	2	3	...	25	26
1	1.0000	0.8024	0.2981	...	0.0101	0.0000
2	0.7557	1.0000	0.2532	...	0.0762	0.0029
3	0.0307	0.0785	1.0000	...	0.4756	0.3415
4	0.0335	0.1917	0.9147	...	0.8006	0.6669
5	0.0278	0.2130	0.8066	...	0.9616	0.8891
6	0.0212	0.2060	0.6531	...	0.9938	0.9864
7	0.0174	0.2160	0.4748	...	0.9029	0.9107
8	0.0182	0.1040	0.8211	...	0.8932	0.9048
9	0.0151	0.0590	0.8220	...	0.7646	0.7849
10	0.0227	0.1034	0.9211	...	0.8152	0.7704
11	0.0511	0.1140	0.8650	...	0.1071	0.0045
12	0.0214	0.0194	0.9493	...	0.3375	0.2493
13	0.3459	0.2518	0.7710	...	0.0501	0.0000
14	0.4563	0.3742	0.7230	...	0.0542	0.0000
15	0.6611	0.3480	0.5638	...	0.0165	0.0000
16	0.9200	0.6218	0.4314	...	0.0131	0.0000
17	0.5028	0.5664	0.6293	...	0.0689	0.0000
18	0.9903	0.7661	0.2714	...	0.0085	0.0000
19	0.9717	0.9073	0.2843	...	0.0335	0.0000
20	0.3069	0.4128	0.6943	...	0.0764	0.0000
21	0.0152	0.0390	0.8611	...	0.6495	0.6456
22	0.8751	0.6590	0.1836	...	0.0061	0.0000
23	0.9880	0.7479	0.2796	...	0.0086	0.0000
24	0.9880	0.7479	0.2796	...	0.0086	0.0000
25	0.0229	0.2072	0.7037	...	1.0000	0.9777
26	0.0187	0.1682	0.6744	...	0.9815	1.0000

LAMPIRAN 18. Syntax Program R Jarak, Pembobot, Reg. Poisson, Reg. Binomial Negatif, Pengujian Spasial

```
#REGRESI POISSON#
modelpoisson=glm(Y~ZX1+ZX2+ZX3+ZX4+ZX5+ZX6,family=
poisson,data=data)
summary(modelpoisson)
```

```
#REGRESI BINOMIAL NEGATIF#
library(MASS)
modelnegbin=glm(Y~ZX1+ZX2+ZX3+ZX4+ZX5+ZX6,family=
negative.binomial(11.141), data=data)
summary(modelnegbin)
```

```
#BPTES#
library(lmtest)
depen=lm(Y~ZX1+ZX2+ZX3+ZX4+ZX5+ZX6, data=data)
bptest(depen)
```

```
#MORANS I#
library(ape)
tugas.dists=as.matrix(dist(cbind(data$U, data$V)))
tugas.dists.inv=1/tugas.dists
diag(tugas.dists.inv) = 0
Moran.I(data$Y, tugas.dists.inv)
```

```
library(spgwr)
bdwtBisquare=ggwr.sel(Y~ZX1+ZX2+ZX3+ZX4+ZX5+ZX6,dat
a=data,coords=cbind(data$U,data$V),adapt=TRUE,gweight=gwr.
bisquare)
GRTGB=ggwr(Y~ZX1+ZX2+ZX3+ZX4+ZX5+ZX6,data=data,c
oords=cbind(data$U,data$V),adapt=bdwtBisquare,gweight=gwr.
bisquare)
GRTGB$bandwidth
```

LAMPIRAN 18. (lanjutan)

```

#JARAK#
u=data[,8]
u<-as.matrix(u)
i<-nrow(u)
v=data[,9]
v<-as.matrix(v)
j<-nrow(v)
library(fields)
jarak<-matrix(nrow=26,ncol=26)
for(i in 1:26)
for(j in 1:26){jarak[i,j]=sqrt((u[i,]-u[j,])**2+(v[i,]-v[j,])**2)}
write.table(jarak,file="E:/jarak1.csv",sep=";")

#PEMBOBOT#
bdwtBisquare<- GRTGB$bandwidth
bdwtBisquare<- as.matrix(bdwtBisquare)
bdwtBisquare
i<-nrow(bdwtBisquare)
pembobotB<-matrix(nrow=26,ncol=26)
for(i in 1:26)
for(j in 1:26)
{pembobotB[i,j]=(1-(jarak[i,j]/bdwtBisquare[i,])**2)**2
pembobotB[i,j]<-
ifelse(jarak[i,j]<bdwtBisquare[i,],pembobotB[i,j],0)}
write.table(pembobotB,file="E:/pembobotB1.csv",sep=";")

```

LAMPIRAN 19. Syntax Program R untuk Estimasi Parameter Model GWNBR

```

library(MASS)
games2=function(X,y,W1,phi1,b1){
  beta=matrix(c(0),8,8,byrow=T)
  beta[1,1]=phi1
  beta[1,2:8]=c(b1)
  for(i in 1:8){
    satu<-rep(1,26)
    satu<-as.matrix(satu)
    b01<-rbind(c(phi1,beta[i,2:8]))
    Xb1<-as.matrix(X)%*%as.matrix(beta[i,2:8])
    mu1<-exp(Xb1)
    delta11<-((log(1+phi1*mu1)-
      digamma(y+(1/phi1))+digamma(1/phi1))/phi1^2)+((y-
      mu1)/((1+phi1*mu1)*phi1))
    delta11<-as.matrix(delta11)
    p11<-t(satu)%*%W1)%*%delta11
    delta21<-(y-mu1)/(1+phi1*mu1)
    delta21<-as.matrix(delta21)
    p21<-t(X)%*%as.matrix(W1)%*%delta21
    p21<-as.matrix(p21)
    gt1<-rbind(p11,p21)
    delta31<-((trigamma(y+(1/phi1))-
      trigamma(1/phi1))/phi1^4)+((2*digamma(y+(1/phi1))-
      2*digamma(1/phi1)-
      2*log(1+phi1*mu1))/phi1^3)+((2*mu1)/(phi1^2*(1+phi
      1*mu1)))+(((y+(1/phi1))*mu1^2)/(1+phi1*mu1)^2)-
      (y/phi1^2)
    delta31<-as.matrix(delta31)
    p31<-t(satu)%*%W1)%*%delta31
    p31<-as.matrix(p31)
    delta41<-mu1*(mu1-y)/(1+phi1*mu1)^2
  }
}

```

```

delta41<-as.matrix(delta41)
p41<-t(X)%*%W1)%*%delta41
p41<-as.matrix(p41)
h11<-rbind(p31,p41)
delta51<-mu1*(phi1*y+1)/(1+phi1*mu1)^2
delta51<-t(delta51)
delta51<-c(delta51)
delta51<-as.matrix(diag(delta51))
p51<-t(X)%*%as.matrix(W1)%*%delta51)%*%as.matrix(X)
p51<--1*p51
p51<-as.matrix(p51)
h21<-rbind(t(p41),p51)
H1<-cbind(h11,h21)
H11<-ginv(H1)
beta[i,]<-(t(b01)-H11)%*%gt1)
}
return(list(beta=beta,hessian=H1))
}
gwnbr1 <- function(x,y,W,teta){
beta <- ginv(t(x) %*% x) %*% t(x) %*% y
param <- matrix(c(0),nrow(x),ncol(x)+1, byrow=T)
zhit <- matrix(c(0),nrow(x),ncol(x), byrow=T)
for(i in 1:26){
ww <- as.matrix(diag(W[i,]))
hit <- games2(x,y,ww,teta,beta)
param[i,] <- hit$beta[8,]
write.csv(hit$hessian,file=paste("hessian",i,".csv"))
invh <- -ginv(as.matrix(hit$hessian))
for(j in 1:ncol(x)){
zhit[i,j] <- param[i,j] / invh[j+1,j+1]
}
}
}

```

```

return(list(koefisien=param,Z_hitung=zhit))
}

data=read.table("E://data.txt",header=TRUE)
bobot<-as.matrix(read.csv("E://pembobotB1.csv",
                        header=FALSE, sep=";"))
xx=data[,1:6]
y=data[,7]
x=as.matrix(cbind(1,xx))
mod=gwnbr1(x,y,bobot, 11.141)
mod$Z_hitung
mod$koefisien
write.table(mod$Z_hitung,file="E:/z_hitungF1.csv",sep=";")
write.table(mod$koefisien,file="E:/koefisienF1.csv",sep=";")

```

LAMPIRAN 20. Output Regresi Poisson

Call:

```
glm(formula = Y ~ ZX1 + ZX2 + ZX3 + ZX4 + ZX5 + ZX6,
    family = poisson, data = data)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-25.9704	-7.1670	-0.0677	7.1862	17.7923

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	7.612589	0.004559	1669.630	< 2e-16 ***
ZX1	0.631047	0.007711	81.839	< 2e-16 ***
ZX2	-0.052114	0.005161	-10.098	< 2e-16 ***
ZX3	0.050928	0.005508	9.246	< 2e-16 ***
ZX4	-0.133299	0.007452	-17.888	< 2e-16 ***
ZX5	-0.054985	0.005388	-10.206	< 2e-16 ***
ZX6	-0.012775	0.004608	-2.773	0.00556 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 28585.0 on 25 degrees of freedom

Residual deviance: 2828.6 on 19 degrees of freedom

AIC: 3086.4

Number of Fisher Scoring iterations: 4

LAMPIRAN 21. Output Regresi Binomial Negatif

Call: glm(formula = Y ~ ZX1 + ZX2 + ZX3 + ZX4 + ZX5 + ZX6, family = negative.binomial(11.141), data = data)

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.58128	-0.40023	0.06666	0.47779	1.15668

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	7.57427	0.05264	143.886	< 2e-16 ***
ZX1	0.74072	0.10397	7.125	8.96e-07 ***
ZX2	-0.12636	0.05944	-2.126	0.0468 *
ZX3	0.09224	0.06394	1.442	0.1654
ZX4	-0.08716	0.10759	-0.810	0.4279
ZX5	-0.08680	0.06436	-1.349	0.1933
ZX6	-0.06513	0.07120	-0.915	0.3718

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(11.141) family taken to be 0.7972716)

Null deviance: 137.83 on 25 degrees of freedom

Residual deviance: 19.00 on 19 degrees of freedom

AIC: 410.82

Number of Fisher Scoring iterations: 6

LAMPIRAN 22. Estimasi Parameter Model GWNBR

	Teta	Beta 0	Beta 1	Beta 2	Beta 3	Beta 4	Beta 5	Beta 6
1	12.071	1.307	0.000	-1.713	-0.297	-1.615	-0.415	-0.527
2	11.958	1.090	0.000	-1.429	-0.251	-1.640	-0.579	-0.629
3	16.363	1.240	0.000	-1.624	0.357	0.162	0.281	0.282
4	15.995	1.203	0.000	-1.574	0.058	0.168	0.279	0.439
5	15.940	1.192	0.000	-1.560	-0.073	0.176	0.243	0.465
6	15.918	1.182	0.000	-1.547	-0.168	0.180	0.205	0.469
7	15.752	1.176	0.000	-1.540	-0.239	0.181	0.157	0.491
8	16.307	1.203	0.000	-1.572	-0.066	0.188	0.291	0.410
9	16.725	0.789	0.000	-1.037	0.095	-0.969	-1.090	2.437
10	16.308	1.213	0.000	-1.585	0.026	0.183	0.312	0.400
11	16.338	1.169	0.000	-1.532	0.321	0.189	0.296	0.285
12	16.641	1.294	0.000	-1.698	0.519	0.194	0.257	0.183
13	14.419	2.234	0.001	-2.928	1.725	0.672	1.056	1.034
14	14.773	2.177	0.001	-2.853	1.895	0.638	0.961	0.839
15	11.809	0.895	0.000	-1.174	-0.336	-1.766	-0.827	-0.858
16	11.913	1.163	0.000	-1.525	-0.368	-1.611	-0.537	-0.601
17	14.517	2.069	0.001	-2.712	1.739	0.620	0.863	0.727
18	11.158	-0.074	0.000	0.097	0.254	-0.220	-0.202	-0.216
19	12.105	1.309	0.000	-1.716	-0.266	-1.599	-0.409	-0.512
20	13.592	2.069	0.001	-2.712	1.350	0.657	0.909	0.956
21	16.824	0.812	0.000	-1.065	0.180	-0.929	-1.084	2.410
22	11.150	-0.056	0.000	0.074	0.194	-0.158	-0.146	-0.157
23	11.158	-0.074	0.000	0.096	0.252	-0.219	-0.201	-0.215
24	11.158	-0.074	0.000	0.096	0.252	-0.219	-0.201	-0.215
25	15.936	1.185	0.000	-1.550	-0.143	0.179	0.217	0.467
26	16.055	1.183	0.000	-1.547	-0.160	0.183	0.224	0.448

LAMPIRAN 23. Nilai Z Hitung Parameter Model GWNBR

	Z Hit 0	Z Hit 1	Z Hit 2	Z Hit 3	Z Hit 4	Z Hit 5	Z Hit 6
1	-17.039	3.8E+07	-0.000151	-59.999	0.530	-17.197	-4.462
2	-17.310	1.7E+07	-5.86E-05	-87.030	0.818	-6.560	-2.134
3	-17.625	-8E+06	-0.000167	0.380	-0.547	-0.153	-0.186
4	-21.407	-1E+07	-0.000245	0.529	-0.098	-0.365	-0.272
5	-22.797	-1E+07	-0.000266	0.574	0.124	-0.563	-0.274
6	-22.196	-2E+07	-0.000258	0.552	0.264	-0.688	-0.235
7	-19.496	-2E+07	-0.000235	0.478	0.308	-0.674	-0.163
8	-21.517	-1E+07	-0.000228	0.537	0.116	-0.599	-0.304
9	-36.292	-9E+06	-0.000205	0.316	0.042	-0.249	-0.139
10	-21.201	-1E+07	-0.000224	0.526	-0.047	-0.464	-0.310
11	-14.538	-3E+07	-0.000168	1.351	-0.400	-0.676	-0.453
12	-14.602	-7E+06	-0.000116	0.303	-0.719	-0.124	-0.141
13	-22.142	-4E+07	-0.000931	1.793	-2.616	-3.056	-5.457
14	-24.304	-4E+07	-0.000989	1.618	-3.277	-3.948	-8.446
15	-24.009	8114367	0.0001	50.672	14.336	-5.271	-2.098
16	-20.071	2.3E+07	-0.000101	218.564	0.861	-12.660	-3.836
17	-23.999	-3E+07	-0.000954	1.464	-3.100	-4.639	-10.027
18	896.568	-1E+06	-0.002557	0.656	2.290	-2.350	-1.883
19	-16.884	3.8E+07	-0.000154	-37.626	0.492	-16.011	-4.037
20	-20.248	-3E+07	-0.000825	1.652	-1.958	-3.432	-4.748
21	-30.480	-8E+06	-0.000166	0.292	0.089	-0.244	-0.145
22	925.538	-926015	-0.00108	0.514	2.050	-1.936	-1.557
23	892.731	-1E+06	-0.002554	0.654	2.284	-2.342	-1.876
24	892.731	-1E+06	-0.002554	0.654	2.284	-2.342	-1.876
25	-22.638	-1E+07	-0.000263	0.565	0.233	-0.666	-0.251
26	-22.115	-1E+07	-0.000248	0.547	0.258	-0.700	-0.252

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. (2002). *Categorical Data Analysis Second Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometris: Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge: Camb Cambridge University.
- Departemen Kesehatan, R. (2009). *Buku Saku Kader Program Penanggulangan TB*. Tangerang: Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan Departemen Kesehatan RI.
- Dinas Kesehatan, P. J. (2012). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Barat*. Bandung: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat.
- Entjang, I. (2000). *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Bandung: PT Citra Aditya Bakti.
- Evadianti, E. (2014). *Pemodelan Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur dengan Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Statistika FMIPA-ITS Surabaya.
- Famoye, F., Wulu, J., & Singh, K. (2004). On The Generalize Poisson Regression Model with an Application to Accident Data. *Journal of Data Science* 2, 287-295.
- Fatimah, S. (2008). *Faktor Kesehatan Lingkungan Rumah yang Berhubungan dengan Kejadian TB Paru di Kabupaten Cilacap*. Semarang: Thesis Jurusan Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro.
- Greene, W. (2008). *Functional Forms for the Negative Binomial Model for Count Data, Foundation, and Trends in*

- Econometrics*, 99, 585-590. New York: New York University.
- Hilbe, J. (2011). *Negative Binomial Regression, Second Edition*. New York: Cambridge University Press.
- Hocking, R. (1996). *Method and Applications of Linier Models*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Hosmer, D. W., & Lemeshow, S. (1995). *Applied Logistic Regression*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Kementerian Kesehatan, R. (2011). *Strategi Nasional Pengendalian Tuberculosis di Indonesia 2010-2014*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan.
- Manalu, H. (2010). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kejadian TB Paru dan Upaya Penanggulangannya. *Jurnal Ekologi Kesehatan Volume 9*, 1340-1346.
- Mc Cullagh, P., & Nelder, J. (1989). *Generalized Linear Models Second Edition*. London: Chapman & Hall.
- Nandasari, B. N. (2014). *Pemodelan Jumlah Kejadian Luar Biasa Difteri di Jawa Timur Menggunakan Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Statistika FMIPA-ITS Surabaya.
- Notoatmodjo, S. (2003). *Ilmu Kesehatan Masyarakat, Prinsip-Prinsip Dasar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Ricardo, A., & Carvalho, T. (2013). *Geographically Weighted Negative Binomial Regression-Incorporating Overdispersion*. Business Media New York: Springer Science.

- Samik, W. (1994). *Dasar Biologis dan Klinis Penyakit Infeksi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Walpole, E. R. (1995). *Pengantar Statistik Edisi Ketiga*. Jakarta: Pustaka Utama.
- WHO, W. H. (2010). *Global Tuberculosis Control 2010*. France: WHO Press.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Wahendra Pratama dilahirkan di Nganjuk pada tanggal 17 Mei 1993, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Pendidikan formal yang pernah ditempuh penulis adalah SDN Payaman 1 Nganjuk, SMPN 1 Nganjuk, dan SMAN 2 Nganjuk. Pada tahun 2011 penulis diterima di Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur SNMPTN Undangan dan terdaftar dengan NRP 1311 100 051. Semasa kuliah, penulis aktif dalam organisasi dan kepanitiaan antara lain sebagai Tim

Ahli Analisis Data di Divisi Professional Statistics (PSt)-HIMASTA ITS dan pernah menjadi Ketua Panitia Data Analysis Competition (DAC) tingkat Jawa pada tahun 2013. Selain aktif dalam organisasi dan kepanitiaan, penulis juga aktif dalam kegiatan survei dan riset lingkungan seperti AMDAL, LARAP, UKL&UPL, dan RKL&RPL yang bekerjasama dengan dosen dan konsultan. Segala kritik dan saran yang membangun serta bagi yang ingin berdiskusi lebih lanjut dengan penulis mengenai segala sesuatu yang berkaitan dengan Tugas Akhir ini dapat menghubungi melalui.

Email: wahendra.pratama@gmail.com

Ponsel: 0857 351 28 222

Halaman ini sengaja dikosongkan